

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(інститут)

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ

(факультет)

Кафедра

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Драного Євгенія Олександровича

(ПІБ)

академічної групи 141-16-3

(шифр)

спеціальності 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему Розробка автономної системи енергозабезпечення приватного будинку

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	<u>Луценко І.М.</u>			
розділів:	<u>Луценко І.М.</u>			
Вступна частина	<u>Луценко І.М.</u>			
Основна частина:	<u>Луценко І.М.</u>			
Економічний	<u>Тимошенко Л.В.</u>			
Охорона праці	<u>Столбченко О.В.</u>			
Рецензент	<u>Ципленков Д.В.</u>			
Нормоконтролер	<u>Олішевський Г.С.</u>			

Дніпро
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

систем електропостачання

(повна назва)

(підпис) _____ Рогоза М.В.
(прізвище, ініціали)

«_____» _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню Бакалавр
 (бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Драному Є.О. академічної групи 141-16-3
 (прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
 (офіційна назва)

на тему Розробка автономної системи енергозабезпечення приватного будинку,
 затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Вступна частина	Аналіз необхідного обладнання для автономного будинку	15.05.20
Основна частина	Виконання розрахунків основного електричного та теплового обладнання	31.05.20
Економічний	Обчислення основних техніко-економічних показників проекту	05.06.20
Охорона праці	Розробка інженерно-технічних заходів з охорони праці при експлуатації об'єкту.	10.06.20

Завдання видано

(підпис керівника)

Луценко І.М.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 13.04.2020**Дата подання до екзаменаційної комісії****Прийнято до виконання**

(підпис студента)

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 73 стор., 24 рис., 13 табл., 5 додатків, 15 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОНОМНИЙ БУДИНОК, ВІТРОГЕНЕРАТОР,
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ, ІНСОЛЯЦІЯ, СОНЯЧНІ МОДУЛІ, СОНЯЧНІ
КОЛЕКТОРИ

Об'єктом дипломного проекту є автономна система приватного будинку..

Мета дипломного проекту: розробка автономної системи для енергозабезпечення приватного будинку,

У вступній частині приведені основні обладнання, яке використовується в автономних будинках.

В основній частині виконані розрахунки електричного і теплового обладнання.

Економічне обґрунтування проекту виконано шляхом розрахунків капітальних і експлуатаційних витрат на реалізацію проекту.

Щодо охорони праці, обґрунтовані заходи безпеки при експлуатації об'єкту задля запобігання травматизму та нещасних випадків.

Розроблене технічне рішення може бути реалізовано в будь-якій місцевості зі зміною параметрів обладнання.

Скорочення та умовні позначення

ТН – тепловий насос

ПУЕ – правила улаштування електроустановок

ДСТУ – державний стандарт України

ДБН – державні будівельні норми

ФЕС – фотоелектрична станція

ВЕС – вітроелектрична станція

СЕ – сонячна енергетика

СПІ – структурно ізольовані панелі

ВДЕ – відновлювальні джерела енергії

СК – сонячні колектори

АВР – автоматичний ввід резерву

ГВП – гаряче водопостачання

ОСП – орієнтовано-стружкова плита

АКБ – акумуляторні батареї

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ВСТУПНА ЧАСТИНА	7
1.1 Аналіз шляхів забезпечення енергонезалежності будівель і споруд	7
1.2 Сучасні підходи та варіанти щодо організації автономного енергозабезпечення житлових будинків	11
1.3 Оцінка потенціалу використання децентралізованих автономних систем електрозабезпечення житлових будинків	17
1.4 Аналіз принципів роботи, структури та складу обладнання існуючих стаціонарних автономних та гібридних станцій	20
Висновки	22
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	23
2.1 Основні будівельні та геометричні характеристики об'єкту проектування	24
2.2 Моделювання графіків електричного навантаження приватного будинку (опалювальний та неопалювальний періоди)	25
2.3 Розрахунок технічних характеристик і вибір обладнання ФЕС	27
2.4 Визначення параметрів та показників виробництва електроенергії фотоелектричними модулями протягом року	34
2.5 Вибір параметрів вітрогенератора для приватного будинку	38
2.6 Вибір інверторного обладнання	42
2.7 Визначення параметрів та показників виробництва електроенергії фотоелектричними модулями разом з вітрогенератором	44
2.8 Вибір системи акумулювання електричної енергії	44
2.9 Вибір газового генератора для резервного живлення будинку	45
2.10 Розрахунок потреби у гарячому водопостачанні та вибір структури і технічних характеристик сонячних колекторів.	46
2.11 Оцінка потенціалу використання теплового насосу/кондиціонера з рекуперацією з позицій забезпечення комфортних умов перебування у	47

будинку.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	50
3.1 Розрахунок капітальних витрат	50
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат	52
3.3 Розрахунок амортизаційних відрахувань	53
3.4 Розрахунок річного фонду заробітної плати	54
3.5 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт	54
Висновки	55
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	57
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників проектного технологічного процесу, об'єкту, системи або пристрою	57
4.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці	58
4.3 Пожежна профілактика	59
4.4 Розрахунок освітлення	60
ВИСНОВКИ	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	64
ДОДАТОК А	66
ДОДАТОК Б	67
ДОДАТОК В	68
ДОДАТОК Г	69
ДОДАТОК І	71
ДОДАТОК Д	73

ВСТУП

Будинок – це місце, де з давніх-давен людина звикла відчувати себе у комфорті і під захистом. Століттями ми покращували та вдосконалювали своє житло, відкривали все нове і нове, але до теперішнього моменту, те, що об'єднувало всіх - це «плем'яний» спосіб життя. З самого зародження племен, родів, сімейств всі звикли жити разом, у скупченні. Ця тенденція продовжується і зараз. Лише деякі люди живуть відлюдниками в горах, лісах, за межами мегаполісів. Саме такі люди по справжньому вважаються вільними і не зав'язаними з тісним містом і перетоком інших громадян. Але цей проект присвячується не тільки для одинаків і мрійників, він чудово підійде як заміська фазенда, де сім'я відпочиває по вихідним, чи навіть постійне житло для тих, хто не може жити у швидкому темпі міста і хоче хоч трохи єднання з природою. Тому автономний будинок – це майбутнє різних прошарків населення, які все ж досі мають одну спільну потребу – безпечне та економічне житло. Саме тому потрібно детально розглянути проблему з технічної та економічної точки зору.

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1 ВСТУПНА ЧАСТИНА

Сучасний стан розвитку технологій «passive house»

У сучасному Світі неможливо уявити будинок без таких базових комунікацій таких як вода, електроенергія, тепло. Але через плин часу, цінності людей дуже швидко змінюються і вони забувають про найпростіші потреби. А якщо висвітлити факт, що у 21 сторіччі близько 13% населення Землі живуть без електропостачання, то звичайні громадяни розвиненої країни будуть шоковані. Ці рядові проблеми штовхають спільноту інженерів до нових ідей і варіантів вирішення цих питань. Якщо розглянути цю проблему масштабніше то помітно, що навіть у сучасних і технологічних країнах населення має проблеми з постачанням електроенергії, тепла та води. Найбільший дискомфорт відчують жителі сільської місцевості та віддалених домівок. Тому можемо зробити висновок, що саме приватні домоволодіння потребують впровадження технологій «автономного будинку».

Для початку розглянемо, чи існує попит в розділі «passive house». Завдяки сервісу Google Trends [7] можемо спостерігати, що цей запит прогресує вже більш ніж 10 років. Тому можемо зробити висновок, що люди все частіше думають, як зробити їх будівлі більш енергоефективними, незалежними від централізованих систем та екологічними.

За кілька десятиліть розвитку цієї сфери, відбулося багато змін. Наукові розробки та новітні технології не стоять на місці, тому ми маємо величезний вибір обладнання, різноманітні конфігурації під потреби окремо кожного споживача.

Європейські стандарти Пасивного будинку:

- Питома витрата теплової енергії на опалення, визначена розрахунками в програмі «Пакет планування Пасивного Будинку» (PHPP), не повинна перевищувати $15 \text{ кВт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{рік})$;
- або навантаження на опалення $\leq 10 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2$;

- Спеціальні вимоги попиту охолодження будівлі $\leq 15 \text{ кВт} \cdot \text{год}/(\text{м}^2 \cdot \text{рік})$;
- Щорічний період перегріву (температура в приміщенні вище $25 \text{ }^\circ\text{C}$) $\leq 10 \%$;
- Результат тесту на герметичність (N50) $\leq 0,6$ зміни повітря/год;
- Загальне споживання первинної енергії для всіх побутових потреб (опалення, гаряча вода й електрична енергія), не повинно перевищувати $\leq 120 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2 \cdot \text{рік}$.

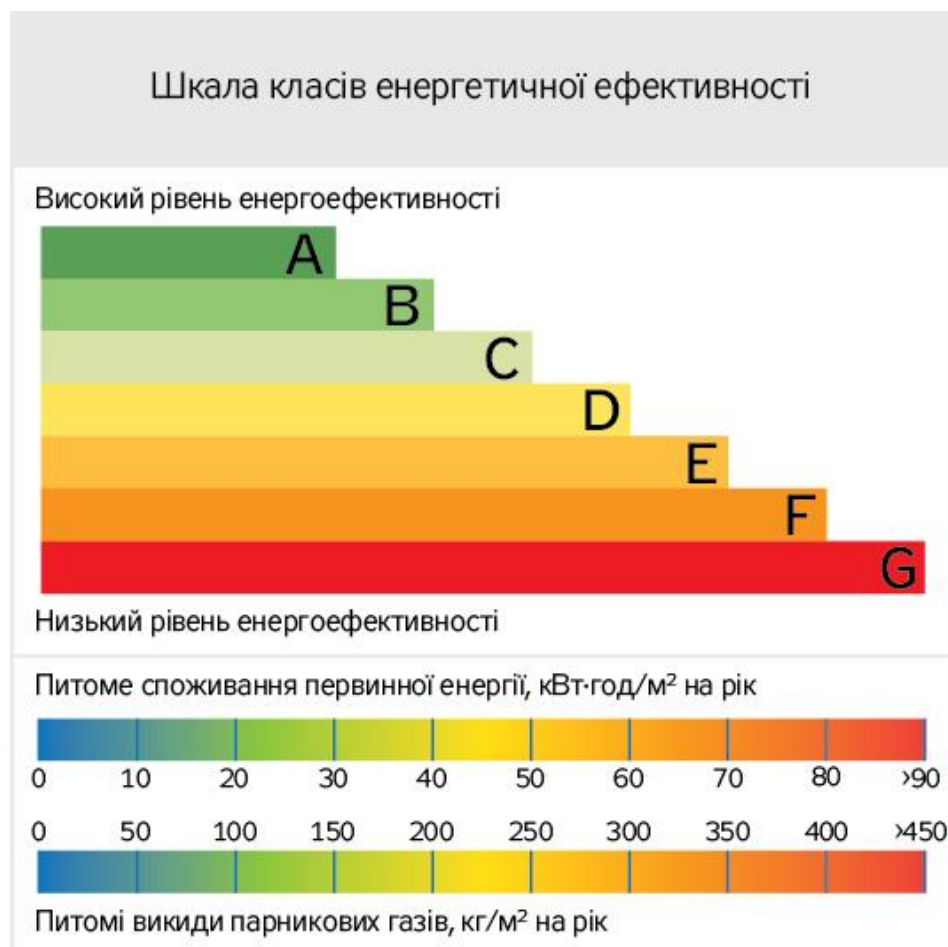


Рисунок 1.1.1 – Шкала класів енергетичної незалежності

Однозначно технології «Passive house» з кожним роком набирають обертів та збільшують кількість шанувальників екологічних, економічних будинків. Постійне вдосконалення та створення нових розробок тому доказ. Нові будівельні компанії все частіше зосереджуються на таких речах, тому що розуміють, що такі параметри, як енергонезалежність і екологічність мають неабияку популярність серед споживачів.

1.1 Аналіз шляхів забезпечення енергонезалежності будівель і споруд

Для початку розглянемо базові речі, які дозволяють нам підвищити енергетичні показники будинку та слідувати за Європейськими стандартами автономного будинку.

Матеріали – це база будь-якої споруди. Жоден енергоефективний будинок не зможе досягти потрібних стандартів без якісної основи. Теплоізоляція фундаменту не дасть суттєвого ефекту тому що баланс витрати/ефективність буде не в користь господаря будівлі. Але якщо ми розглянемо стіни, як основу будинку, а не фундамент, то побачимо, що це повинно бути першим кроком у ізоляції оселі та покращення її показників. Розглянемо основні матеріали з яких виконуються стіни і порівняємо їх. На рис. 2.1 бачимо, що для досягнення опору теплопровідності у $3,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ потрібна SIP панель шириною всього 0,164 м, тоді як бетону потрібно аж 4,5 м.

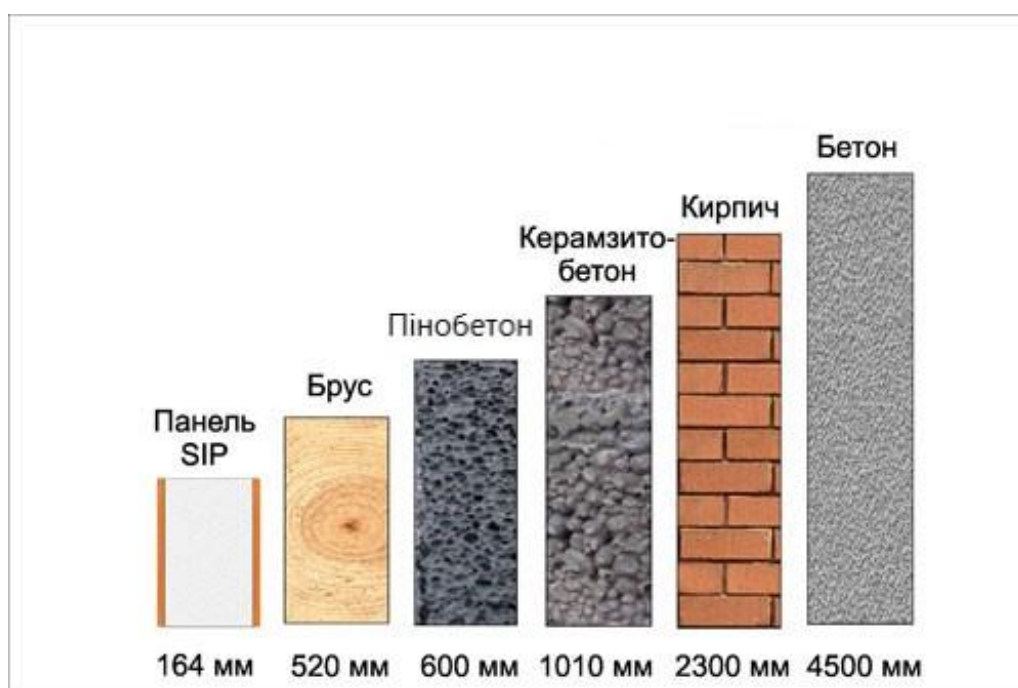


Рисунок 1.1.2– Порівняльна характеристика матеріалів стін

Різниця вражаючи не дивлячись на показники надійності бетону, можливості його навантаження, сучасні панелі «сандвіч» типу мають суттєву перевагу в будівництві. Тож розглянемо, з чого вони складаються та які переваги.

SIP панелі - Structural Insulated Panels (з англ. Структурно-ізолювані панелі) - це сучасний стіновий конструкційний матеріал, який використовується для швидкого зведення комфортних будинків, що відповідають всім нормам безпеки і теплового захисту. У СІП-панелях використовується **орієнтовано-стружкова плита типу ОСП-3**, яка складається з декількох шарів деревної стружки, з'єднаних за допомогою спеціальних смол. Стружка в зовнішніх і внутрішніх шарах плити ОСП має різну орієнтацію (подовжню або поперечну), що збільшує міцність матеріалу. Плити ОСП-3 застосовуються в будівництві для зовнішніх і внутрішніх робіт і здатні витримувати підвищену вологість. Параметри плит ОСП-3 (водопоглинання, пружність, вага, міцність і т.д.) дозволяють використовувати СІП-панелі для зведення несучих стін малоповерхових будівель та облаштування даху.

Як утеплювач в СІП-панелях використовують **пінополістирол ПСБ-С-25**. Його отримують з полістиролу шляхом спінювання і спікання гранул одна з одною. Цей матеріал характеризується властивістю самозатухання, а в комплекті з обробленими антипіренами (компонентами, що перешкоджають загорянню) плитами ОСП, здатний забезпечити СІП-панелям необхідні протипожежні властивості. На рис. 2.2 зображено типовий вигляд SIP панелі без зовнішнього і внутрішнього оздоблення.

Підсумуємо усі позитивні характеристики цього матеріалу:

- Сейсмостійкість. Перевірка проведена не тільки в лабораторних умовах, а й на практиці в регіонах з високою сейсмоактивністю.
- Опірність поздовжнім навантаженням. Досягає 10 т / м.
- Опірність поперечним навантаженням.
- Відмінно пручається як стиснення, так і розтягування аж до 2 т / кв.м.
- Мала теплопровідність.
- Вогнестійкість.

- Шумоізоляція. Екологічність.
- Термін служби від 100 років.
- Питома вага 15-20 кг / кв.м.
- Термін будівництва будинку не перевищує 3 тижнів
- Стійкість до бактеріологічному впливу.
- Доступна ціна.



Рисунок 1.1.3 – SIP панель у звичайному вигляді

1.2 Сучасні підходи та варіанти щодо організації автономного енергозабезпечення житлових будинків

Сучасний будинок – це сукупність різноманітних систем, але якщо раніше розглядали лише такі параметри, як електроенергія, тепло, вода і газ, то зараз цей список в декілька разів збільшився. Єдина причина тому – розвиток людства. Разом зі звичайними комунікаціями, сучасна людина хоче бачити «розумні технології» в поєднанні з автономними. Це зовсім зрозуміла забаганка, тому що життя в 21 сторіччі вже дає можливість користуватися складними

обчислювальними технологіями, їздити на безпілотних автомобілях та вимикати освітлення в оселі не встаючи з ліжка. Тому і автономний будинок повинен бути максимально наповнений автоматичними пристроями керування, зворотним зв'язком з власником, щоб той міг зручно керувати обладнанням та розуміти, що відбувається в помешканні. Деякі експерти кажуть, що автоматичне керування та зменшення участі людини в цих процесах небезпечне, особливо коли це стосується навколишнього середовища людини, тому що будь яка помилка або неточність в налаштуванні системи може привести до наслідків: від виникнення незручностей і перерв у постачанні життєво важливих комунікацій до надзвичайних ситуацій, які можуть привести до каліцтва людей. Тому важливо довіряти проектування та монтаж таких систем професіоналам, які знають тонкощі вибору обладнання, його налаштування та слідкують за нормами безпеки.

Електрика – це одна із найважливіших систем, а якщо ми говоримо про автономні будинки, то це безперечно так і є. За її допомогою ми дістаємо воду з надр землі, отоплюємо приміщення та займаємося звичайними побутовими завданнями. Тому можна стверджувати, що електроенергія охоплює будинок, але це означає, що вона повинна бути під контролем. Починаючи від базових захисних елементів, таких як автоматичні вимикачі, ПЗВ (пристрої захисного відключення), диференційних автоматів, реле напруги і т.д. та закінчуючи ноу-хау в сучасних системах. По-перше це стосується моніторингу споживання енергії, її правильне розподілення та відключення коли воно непотрібне. За це в основному відповідають системи розумного будинку.

Тепер розглянемо основні системи ВДЕ, які використовуються для забезпечення автономного будинку. Найбільша перевага у тому, що можливо створити різноманітні системи під певну задачу, яку власник хоче вирішити. Найпоширенішим джерелом енергії є сонячна. Її використовують для отримання електро та теплової енергії за допомогою фотовольтаїчних модулів та сонячних колекторів відповідно. На рис. 3.1 зображена СЕС виконана на схилу даху.



Рисунок 1.2.1 – Сонячна електростанція на даху

Якщо до ефективності сонячних панелей не виникає питань, то доцільність колекторів потрібно розглядати детальніше. Вся справа у тому, що ці обидва джерела ВДЕ розміщуються на даху, тому виникає конфлікт інтересів: «встановлювати панелі чи колектори?». Як було згадано вище, електрика буде завжди мати перевагу у битві комунікацій будинку, тому доцільніше використати площу даху під сонячні панелі. На рис. 1.3.2 зображені сонячні колектори і одразу видно їх негативні сторони – масивність і навантаження на крівлю.

Не дивлячись на відмову від колекторів, будинок повинен мати опалення. Електричне опалення негативно відзначиться на енергоефективності автономного будинку і він не буде відповідати міжнародним стандартам сертифікації. Розглянемо альтернативні методи опалення.

Тепловий насос - агрегат, який переносить розсіяну теплову енергію в опалювальний або водогрійний контур. Принцип роботи теплового насоса заснований на замкнутому циклі Карно. Існують декілька типів ТН, але якщо дивитися на сучасні розробки, то найбільш ефективним буде ТН типу повітря-вода. Принцип дії схожий на звичайний кондиціонер. В цьому і простота експлуатації. Не потрібна додаткова територія для розташування ділянки труб або викопування величезних колодязів. На рис. 3.3 зображено ТН типу повітря-вода.



Рисунок 1.2.2 – Сонячні колектори



Рисунок 1.2.3 – Тепловий насос типу повітря-вода

Не дивлячись на те, що насос споживає електроенергію і працює більшу частину доби, то виникає питання: «Чи вистачить виробленої електроенергії для забезпечення Опалення та інших потреб?». Відповідь чітка та однозначна – «Так, вистачить». Технології завжди розвиваються та компанії конкурують для того, щоб бути найкращими. А конкуренція завжди корисна для споживачів тому що вони від цього отримуються тільки найкраще. ТН малих та середніх потужностей споживають в середньому від 0,7 до 3 кВт в залежності від режимів роботи. Тому такий варіант не лише зекономить вам зусилля при монтажу та експлуатації, але і зробить дозволить зробити будинок з мінімальними енерговитратами навіть у найхолодніший або найжаркіший день. Але варто враховувати важливий фактор: такий ТН не охолодить приміщення в спекотний літній день. В цьому однозначна перевага звичайних кондиціонерів.

1.3 Оцінка потенціалу використання децентралізованих автономних систем електрозабезпечення житлових будинків.

Відновлювальні джерела енергії – це прорив 20-го сторіччя, який став масовим у споживанні в 21-му сторіччі. Основою завжди вважали сонце і вітер, хоча їх існує безліч. Але всі вони так чи інакше пов'язані з першопрохідцями. Проаналізуємо які економічні, екологічні наслідки несуть за собою СЕС і ВЕС, основні вимоги до них та проблеми, які виникають при зміні погодних умов.

Почнемо з сонячних модулів, які з кожним роком викликають інтерес у людей з власними будинками. Основою цих модулів є напівпровідниковий матеріал кремній. Він володіє однією важливою характеристикою – висока вартість. Це один із чинників, які впливають на вартість електричної енергії, яка виробляється за допомогою таких панелей. Існує три типа фотовольтаїчних модулів : монокристалічні, які робляться з нарізаних пластин кристалів, полікристалічні – сплавлені елементи кремнію, які утворюють пластини та з аморфного кремнію, які відомі своєю гнучкістю. Найчастіше використовують моно та полікристалічні модулі в перевагу їх вартості, коефіцієнту корисної дії та

надійності. Але ж потрібно вибирати із 2 найкраще, тому розглянемо, які умови найкраще підходять для кожного з цих типів. На рис. 1.3.1 зображені переваги моно та полікристалічні модулі.

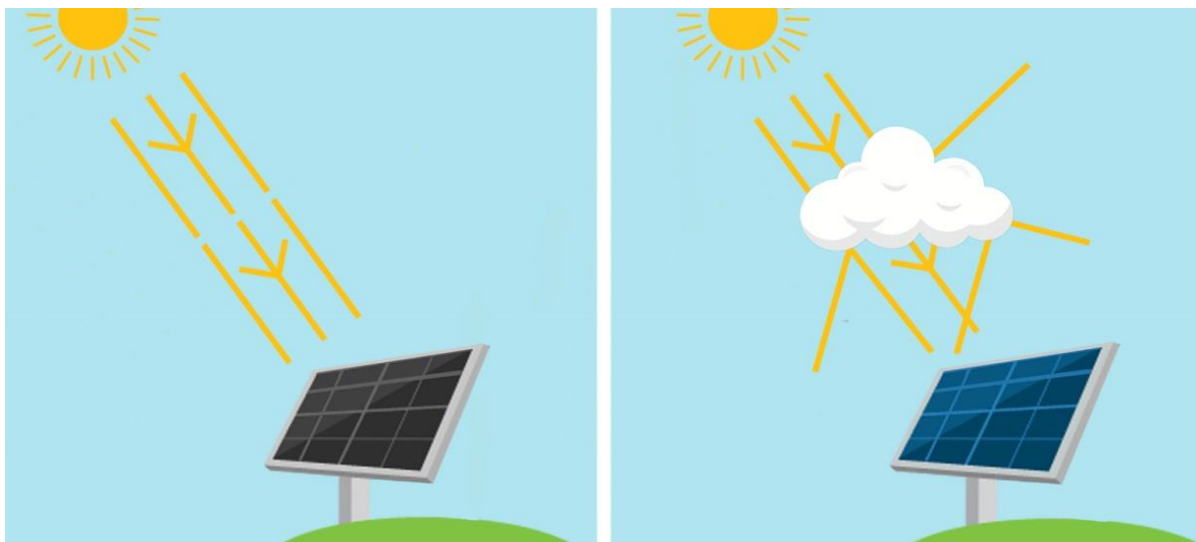


Рис. 1.3.1 – а) монокристалічні панелі; б) полікристалічні панелі

Одразу видно, що панелі першого типу мають перевагу при прямих сонячних променях і чутливі до зміни кута повороту Сонця. Також при мінливій, хмарній або дощовій погоді вони мають мінімальну потужність. Тому можемо зробити висновок, що такі панелі підходять для регіонів, які рідко мають дощову, хмарну, туману метеорологічні умови. Таке не скажеш про полікристалічні елементи, які чудово відпрацьовують в недостатній освітленості або ж при розсіяному сонячному сяйві. Саме через цей параметр полікристали здобули найбільшу долю на ринку серед трьох претендентів і користуються попитом. Звісно доля монокристалічних модулів зростає і може одного разу вирівнятися зі своїм конкурентом, але це не в найближчий час.

Щодо нашої країни, розглянемо кліматичну ситуацію на території і зробимо висновки, які модулі найкраще підходять для України. На рис. 1.3.2 зображена зміна кліматичних зон за останні 20 років.



Рисунок 1.3.2 – Зміна кліматичних зон на території України

Тож можемо підсумувати, що більше 50% території підходять для використання монокристалічних панелей, але тільки якщо це обґрунтовано в проекті і не принесе збитків замовнику.

1.4 Аналіз принципів роботи, структури та складу обладнання існуючих стаціонарних автономних та гібридних станцій

Не дивлячись на всі переваги автономних будинків, вони мають і недоліки. Один з головних недоліків – піки навантаження. Це пояснюється тим, що максимум генерації ФЕС приходить на мінімум споживання будинком. А коли енергія дійсно потрібна (вранці і ввечері), фотовольтаїчні панелі показують мінімум вироблення електроенергії. Цієї проблеми можливо уникнути, якщо використовувати комбінацію сонячних станцій з вітровими. Вітер більш залежний від температури навколишнього середовища, ніж від сонячної інсоляції, тому такий варіант є доцільним для автономних будинків. На рис. 1.4.1 зображено комбінація ФЕС та ВЕС.



Рисунок 1.4.1 – комбінація ФЕС та ВЕС

Цьому є декілька логічних пояснень:

- 1) Ціна обладнання – якщо порівняти вітрогенератор 5 кВт і СЕС аналогічної потужності, то різниця у вартості буде більше ніж у 2 рази. До того ж комплектація сонячної станції буде повна, а саме панелі, інвертор, контролери та акумулятор;
- 2) Складність експлуатації – основою ВЕС є електрогенератор і мультиплікатор, які в парі представляють складний механізм, який має багато обертових частин, які мають властивість виходити з ладу. Навіть відомим брендам неможливо уникнути цього. Щоб цього не сталося потрібне належне обслуговування;
- 3) Небезпечність – ця проблема витікає з попередньої. Аварійні режими роботи можуть мати різні наслідки: починаючи з короткого замикання

закінчуючи руйнацією, що може призвести до каліцтва людей та самої будівлі.

Слідуючи цим висновкам стає зрозуміло, що краще уникнути впровадження ВЕС у приватному будинку. Повернемося до СЕС.

Щоб вирішити проблему потрібно по-перше контроль над усією енергією в будинку, по-друге акумуляторні батареї. Якщо з першою задачею легко справиться контролер навантажень, інвертор та Main Panel (Розподільчий Щит). Але з акумуляторами все набагато складніше, тому що:

- 1) Потрібно правильно розрахувати кількість сонячних днів в регіоні та вибрати потрібну ємність;
- 2) Вирішити шлях підключення та підібрати потрібне обладнання;
- 3) Врахувати коштористу вартість, тощо що саме в автономних будинках найбільшу вартість в системах енергозабезпечення займають акумулятори.

З цього слідує, що вибір виробника дуже важливий крок в проектуванні системи тому звернемо увагу на молодий бренд в сфері енергетики, як Tesla. Вони стали відомі завдяки свої автомобілям, а саме дальності їх ходу. Це означає, що вони мають гарні ємнісні показники. Тому будемо розглядати їх як основні. На рис. 1.4.2 зображено акумуляторна батарея Tesla Powerwall. Її переваги:

- 1) Вбудований інвертор типу AC/DC, який дозволяє без додаткових контролерів заряджати акумуляторні батареї та потім віддавати енергії до споживачів у будинку;
- 2) Велика ємність та потужність передачі енергії. 13,5 кВт*год і 5 кВт тривалого навантаження. Пік навантаження складає 7 кВт;
- 3) Може бути встановлена як надворі, так і всередині;
- 4) Є можливість зібрати декілька Powerwall у сімейство з 10 штук;
- 5) Просте та гнучке налаштування, поєднання у систему з різними сонячними модулями та інверторами.



Рис. 1.4.2 – акумуляторна батарея Tesla Powerwall

Але не дивлячись на всі переваги, які дає система накопичення від компанії Tesla [6], головним недоліком залишається велика ціна для всіх ринків окрім США. Це зумовлено тим, що влада дає «federal tax» на покупки Вітчизняного виробника. Тому, на даний момент в проекті доцільно використовувати звичайні гелеві АКБ.

Тепер, коли ми маємо уявлення про те з чого складається система, потрібно звернути увагу на те, що навіть при ідеальних розрахунках неможливо врахувати погодні умови, які змінюються з року в рік і дуже часто непередбачувані. Тому потрібно мати резерв, який в критичній ситуації буде зберігати будинок в теплі і комфорті, а найголовніше довгий період часу. Звернемо увагу на електрогенератори, які працюють на паливі. Вони існують трьох типів: бензиновий, дизельний і газовий. Одразу викреслюємо бензин, тому що його собівартість, потужність і час роботи не підходить для такого проекту.

Протистояння дизелю і газу вирішити набагато простіше, тому що трьома основними умовами будуть: вартість палива, час безперервної роботи і витрати палива. За усіма параметрами перше місце займає газ, тому будемо розглядати саме газові електроустановки. Звісно такий тип генератора має і свої недоліки, але сучасні компанії легко з ними справилися і зайняли почесне місце лідерів у виробництві. На рис. 1.4.3 зображений газовий генератор компанії GENERAC, виконаний у захисному кожусі, з АВР (автоматичний ввід резерву), та з

можливістю подачі газу через балони, що є також важливим фактором. Такі установки не користуються попитом у країнах минулого СНД, а тому залишаються недооціненим джерелом енергії.



Рисунок 1.4.3 – газовий генератор

Висновки

Після аналізу та детального дослідження різних систем з ВДЕ, матеріалів, обладнання, різних варіантів його поєднання між собою, підключення та впровадження в автономний будинок, можемо зробити ключові висновки:

- 1) Система енергоефективна та безпечна для використання в умовах довгострокового проживання;
- 2) Високий показник екологічної чистоти будинку;
- 3) Надійне постачання головних комунікацій;
- 4) Автоматичне резервне живлення від 2-го джерела;
- 5) Гнучкість конфігурування системи;
- 6) Матеріали дозволяють створити архітектурний шедевр у поєднанні з високотехнологічним обладнанням.

Тож підсумовуючи проведені роботи, можемо відповісти на питання, які найбільш всього хвилюють майбутніх власників чи інвесторів у такій суб сфері будівництва та енергетики як «Автономні будинки». Чи рентабельний проект? Які можливості дають такі домівки? Якщо до розглядати проект зі сторони звичайних споживачів, то рентабельність не зовсім правильний параметр, тому що це економічний показник, який показує відношення доходу до вкладень, тому дуже важко оцінити цей параметр, адже в більшості випадків такі будинки створюються, як сімейне житло і цінова вартість на ринку продажу буде суттєво відрізнятися через кілька десяти років. Але якщо поглянути на питання зі сторони інвесторів, то таку систему можливо перетворити у прибутковий проект шляхом продажу електричної енергії по зеленому тарифу. Але потрібно розуміти, що для цього необхідна мережа, інше обладнання та ускладнення схеми живлення та резерву. Якщо до можливостей цього будинку, то по-перше він подарує вам енергонезалежність, а по-друге надійну систему, яка дозволить вам комфортно проживати і насолоджуватись кожним днем у ньому.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Основні будівельні та геометричні характеристики об'єкту проектування

Автономний будинок буде спроектований на базі типового проекту “Oslo house” загальний вигляд якого представлений на рис. 2.1.1.



Рисунок 2.1.1 – Загальний вигляд будинку

Основні будівельні та геометричні характеристики будівлі будуть наведені в таблиці 2.1.1

Таблиця 2.1.1 – будівельні та геометричні характеристики будинку

Характеристика	Дані
Поверховість	Одноповерховий
Загальна площа	107,1 м ²
Геометричні параметри	15,4х7 м
Площа даху	140 м ²
Кут нахилу даху	40°

кінець таблиці 2.1.1

Стіни	SIP-панелі 164 мм
-------	-------------------

Розглянемо, на якій місцевості буде розташований майбутній проект «Автономний будинок OSLO».

Коротка характеристика геолокації будівлі:

- 1) Об'єкт планується до будівництва в селищі Новоолександрівка, вулиця Річкова;
- 2) Координати: 48°56' північної широти, 34°98' східної довготи;
- 3) План місцевості і розташування зображений на рисунку 2.1.2.

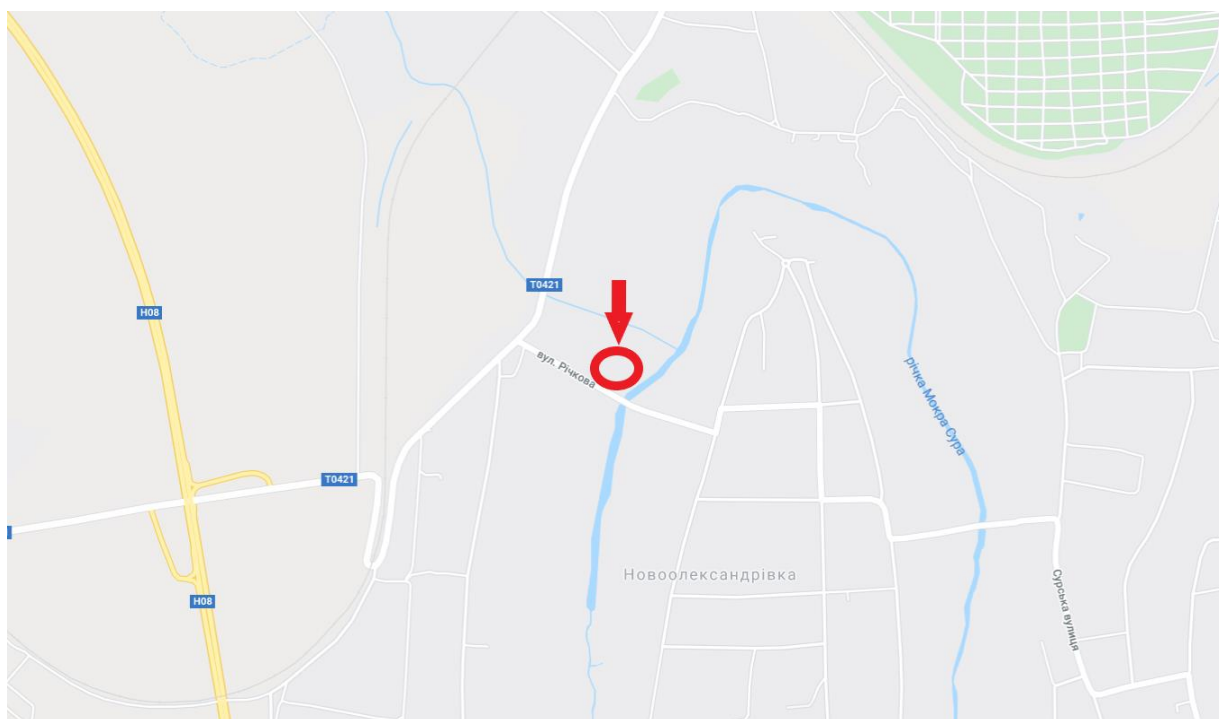


Рисунок 2.1.2 – Місцевість будівництва

Даний регіон відноситься до степної зони, яка в свою чергу дає нам підвищений температурний режим і більше сонячної інсоляції, ніж в більш північних регіонах. На рисунку 2.1.3 зображене планування будинку, а в таблиці 2.1.2 наведена площа кожного приміщення.



Рисунок 2.1.3 – Планування будинку

Таблиця 2.1.2 – Список приміщень

№	Приміщення	Площа, м ²
1	Зала	10,23
2	Тераса	31,97
3	Санвузол	12,46
4	Тех. Приміщення	5,25
5	Спальня 1	6,97
6	Спальня 2	11,29
7	Коридор	17,09

Тож, розглянувши геометричні та будівельні параметри майбутнього проекту «Автономний будинок OSLO» можемо розглянути електричне навантаження будинку.

2.2 Моделювання графіків електричного навантаження приватного будинку (опалювальний та неопалювальний періоди)

При розробці автономного будинку найнеобхіднішим кроком є моніторинг навантажень, який показує, як ефективно жителі використовують електроенергію та чи потрібно вжити такі заходи, як економія або навіть заміна обладнання на більш сучасне і менш енергозатратне. Для цього потрібно взяти дані зі споживання електричної енергії за опалювальні і неопалювальні сезони, щоб мати уявлення про кількість необхідної енергії для будинку. В таблиці 2.2.1 наведені дані про обладнання, яке використовується у будинку.

Таблиця 2.2.1 – Електричні навантаження приймачів

Найменування електроприймача	Установ. потуж. кВт, P_y
1.Телевізор	0,15
2.Освітлення	0,337
3.Посудомийка	1,1
4. Кондиціонер	2,89
5.Холодильник	0,25
6.Чайник	1,5
7.Комп'ютери	0,3
8.Електрична Плита	4
9.Праска	1,6
10. Фен	2
11.Пральна машина	1,6
12.Водяний насос	0,72
13.Пилосос	2,4
14.Мікрохвильова піч	1,5
Всього:	21,847

Час роботи електроприладів протягом неділі, представлено в таблиці 2.2.2. Слід врахувати, що для різних електроприладів вказані різні часові режими експлуатації.

Таблиця 2.2.2 – Час роботи електрообладнання

Найменування електроприймача	Середній час роботи за неділю, год
1.Телевізор	48
2.Освітлення	21
3.Посудомийка	3
4. Кондиціонер	6
5.Холодильник	100
6.Чайник	4
7.Комп'ютери	30
8.Електрична Плита	5
9.Праска	3
10. Фен	2
11.Пральна машина	12
12.Водяний насос	10
13.Пилосос	1
14.Мікрохвильова піч	1

Кількість сумарної споживаної енергії для кожного місяця протягом року представлено в таблиці 2.2.3

Таблиця 2.2.3 – Кількість сумарної споживаної енергії

Місяць	Кількість сумарної споживаної енергії, кВт*год
1	2
Січень	280
Лютий	286
Березень	233
Квітень	204
Травень	182
Червень	250
Липень	270

кінець таблиці 2.2.3

1	2
Серпень	264
Вересень	248
Жовтень	229
Листопад	235
Грудень	247
Всього	2967

2.3 Розрахунок технічних характеристик і вибір обладнання ФЕС

Так як сонячні панелі будуть розташовані на даху будівлі, обладнання буде вибрано згідно доступної площі. Але через те, що є необхідність використання і сонячних колекторів, тому ми можемо використовувати лише половину площі даху (70 м²). Тому при виборі кількості сонячних фотомодулів будемо опиратися лише на доступну площу.

За основний тип панелей приймаємо JA Solar JAP72S01-330, основні параметри яких наведені у таблиці 2.3.1

Таблиця 2.3.1 – Характеристики сонячних модулів від JA Solar JAP72S01-330

Найменування параметрів	Потужність, Вт	Струм КЗ, А	Напруга х.х., В	Номінальна напруга, В	Робочий струм, А	Довжина, мм	Ширина, мм
	330	9,28	46,4	24	8,77	1956	992

Решта паспортних даних сонячних панелей приведені у ДОДАТКУ Г.

Обчислимо площу одного модуля

$$S_M = l \cdot w = 1956 \cdot 992 = 1,942 \text{ м}^2,$$

де l – довжина, w – ширина.

Загальна кількість сонячних фотомодулів знайдемо за формулою:

$$N = S_{\text{даху}} / S_m = 70 / 1,942 = 36,045 \text{ шт. ,}$$

$$N_{\text{факт.}} = 36 \text{ шт. ,}$$

де $S_{\text{даху}}$ – площа даху;

S_m – площа одного модуля.

Після визначення марки та параметрів фотовольтаїчних модулів, можемо звірити кут нахилу панелей. За типовим проектом «Oslo house» дах має кут 40° відносно фундаменту, тому зробимо перерахунок кута нахилу і порівняємо два значення. В методичних вказівках з сонячної енергетики [8] приведені формули, які далі використовуємо для розрахунку параметрів сонячних фотомодулів.

Кут нахилу розраховується за наступною формулою:

$$\beta = 0,76 \times \varphi + 3,1 = 0,76 \times 48^\circ 56' + 3,1 = 40 \text{ град. ,}$$

де β – кут нахилу активної поверхні панелі до горизонту, град;

φ – широта місцевості, де встановлюється ФЕС, град.

З результатів бачимо, що кут даху підходить для встановлення панелей в даному регіоні. Після цього визначимо поправочний коефіцієнт потужності ФЕС при орієнтації за сторонами світу. На рисунку 2.3.1 зображена діаграма поправочних коефіцієнтів.

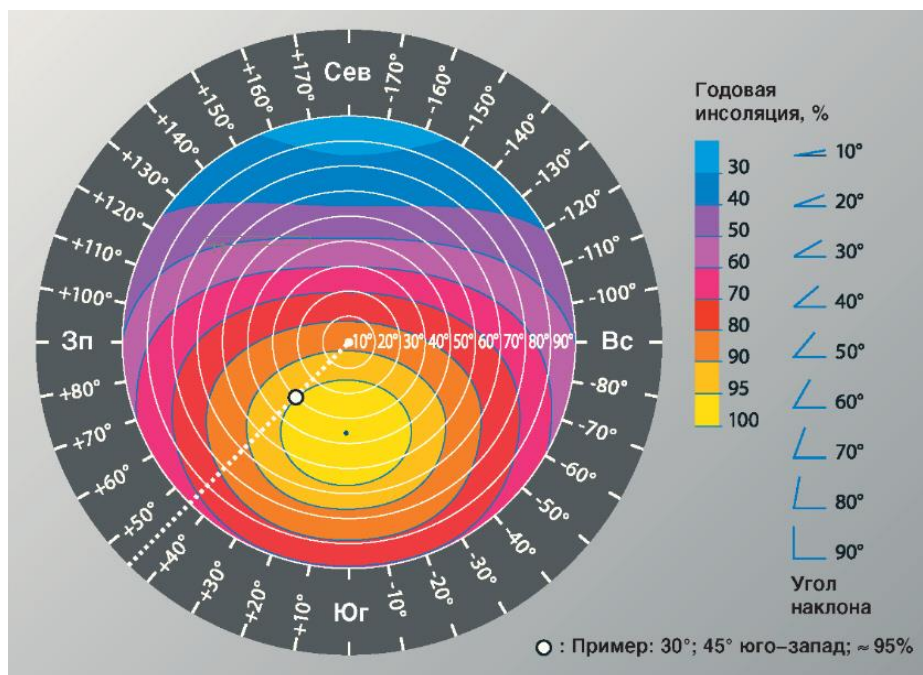


Рисунок 2.3.1 - Діаграма поправочних коефіцієнтів

Так як сонячні фотомодулі будуть встановлені з орієнтацією на Північ, щоб забезпечити максимальний ККД для сонячних колекторів, які будуть встановлені на іншому боці даху, поправочний коефіцієнт буде становити 0,6.

Проведемо Розрахунок приведених експлуатаційних параметрів ФЕМ для визначення реальних показників потужності сонячних модулів

За допомогою NOCT можна перерахувати потужність, заявлену в стандарті STC на більш реалістичний PTC (Photovoltaics Test Conditions), який враховує вже не температуру самого сонячного елемента, а температуру навколишнього середовища.

Очікувана температура модуля обчислюється з NOCT за формулою:

$$T_{PTC} = 20 + 1,389 \times (NOCT - 20) \times (0,9 - \eta) =$$

$$20 + 1,389 \times (45 - 20) \times (0,9 - 0,169) = 42,84 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Якщо температура елемента для умов PTC визначена, то можна обчислити потужність по PTC з потужності STC за допомогою температурного коефіцієнта (зазначеного в технічних характеристиках) потужності (C_T):

$$P_{PTC} = P_{STC} \cdot [1 - C_T (T_{PTC} - 25^{\circ}\text{C})] = 305.87 \text{ Вт},$$

де P_{STC} – номінальна потужність модуля

C_T – температурний коефіцієнт (0,0041)

Оптимальним є значення співвідношення P_{PTC} / P_{STC} , що перевищує 88%.

$$P_{PTC} / P_{STC} = 92,7\% \text{ від номіналу.}$$

В результаті видно, що панель втрачає лише 7,3% енергії, що є допустимим.

2.4 Визначення параметрів та показників виробництва електроенергії фотоелектричними модулями протягом року.

Сонячна інсоляція – основний параметр, який буде розглядатися при визначенні показників виробництва електроенергії від фотоелектричних модулів. За даними сайту NASA [7] використаємо статистичні дані сонячної інсоляції та приведемо її в таблицях 2.4.1 – 2.4.3

Таблиця 2.4.1 – Значення сонячної інсоляції для кожного дня

Дата	Місяць			
	Січень	Лютий	Березень	Квітень
	Сонячна інсоляція, кВт*год/м ² /день			
1	2	3	4	5
1	0,86	1,49	2,08	3,19
2	0,86	1,57	2,31	3,56
3	0,84	1,59	2,23	3,68
4	1,03	1,71	2,37	4,11
5	0,91	1,72	2,52	4,01
6	1,01	1,77	2,54	3,86
7	0,98	1,82	2,71	3,23
8	0,94	1,88	2,64	3,23
9	0,95	1,89	2,86	3,38
10	0,93	1,87	2,95	3,39

кінець таблиці 2.4.1

1	2	3	4	5
11	1,021	1,89	2,8	3,54
12	0,98	1,89	2,66	3,81
13	1,086	1,71	3,05	4,14
14	1,089	1,80	3,23	4,05
15	1,10	1,79	3,05	3,71
16	1,0	1,85	3,01	4,01
17	1,16	2,22	2,89	4,36
18	1,15	2,32	2,87	4,42
19	1,1	2,27	2,9	4,14
20	1,18	2,09	3,06	4,03
21	1,04	2,13	3,33	4,24
22	1,25	2,46	3,51	4,49
23	1,19	2,41	3,65	4,3
24	1,25	2,54	3,5	4,72
25	1,32	2,66	3,46	4,72
26	1,25	2,64	3,28	5,03
27	1,32	2,61	3,61	5,02
28	1,37	2,62	3,190	5,23
29	1,17	2,50	3,59	4,99
30	1,48	-	4,29	5,44
31	1,31	-	3,95	-

Таблиця 2.4.2 – Значення сонячної інсоляції для кожного дня

Дата	Місяць			
	Травень	Червень	Липень	Серпень
	Солнечная инсоляция, кВт*год/м ² /день			
1	5,71	5,57	5,94	5,92
2	5,45	5,12	5,92	5,93
3	4,99	5,99	6,05	5,81
4	5,35	6,22	6,1	5,29
5	5,62	5,94	5,95	5,88
6	5,095	5,96	6,22	5,81

кінець таблиці 2.4.2

7	5,48	6,1	5,89	5,73
8	5,094	5,83	5,9	5,73
9	5,45	6,36	5,96	5,66
10	5,58	6,08	5,91	5,84
11	5,55	6,17	5,73	5,84
12	5,39	5,74	6,14	5,52
13	6,24	6,06	5,99	5,17
14	5,602	6,23	6,06	4,85
15	5,79	6,04	5,75	5,71
16	5,77	5,88	5,79	5,63
17	6,12	5,67	5,68	5,61
18	5,55	5,82	5,58	5,37
19	5,97	5,79	6,25	5,21
20	5,78	5,55	6,081	5,1
21	5,61	5,405	6,16	5,072
22	5,77	5,64	6,22	4,93
23	5,69	6,004	5,87	4,907
24	5,66	5,86	5,65	4,9
25	5,86	5,47	5,62	5,2
26	5,6	5,3	5,71	4,86
27	5,808	5,35	5,84	4,53
28	5,46	5,46	6,019	4,59
29	5,63	5,509	5,59	4,47
30	5,505	5,76	5,702	4,53
31	5,34	-	5,53	4,32

Таблиця 2.4.3– Сонячна іррадіація по дням

День	Місяць			
	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
	Сонячна інсоляція , кВт*год/м ² /день			
1	2	3	4	5
1	4,57	3,24	1,71	0,95

кінець таблиці 2.4.3

2	4,33	2,93	1,62	1,006
3	4,34	3,19	1,48	0,97
4	4,54	2,93	1,47	0,97
5	4,2	2,97	1,51	0,93
6	3,95	2,82	1,39	0,83
7	4,062	2,84	1,402	0,93
8	3,91	2,88	1,35	0,91
9	3,76	2,43	1,41	0,91
10	4,018	2,7	1,21	0,9
11	4,018	2,54	1,31	0,94
12	4,027	2,42	1,23	0,79
13	3,98	2,63	1,1	0,78
14	4,02	2,54	1,16	0,82
15	4,05	2,44	1,07	0,81
16	3,8	2,32	1,021	0,94
17	3,77	2,2	1,16	0,93
18	3,9	1,86	1,11	0,91
19	3,58	1,86	1,053	0,90
20	3,758	2,029	0,968	0,129
21	3,263	1,86	0,95	0,823
22	3,26	1,96	0,895	0,84
23	3,535	2,008	1,08	0,93
24	2,93	1,775	0,993	0,8
25	2,968	1,828	0,864	0,87
26	3,275	1,647	1,02	0,90
27	3,193	1,63	0,93	0,74
28	3,0743	1,71	0,92	0,82
29	3,118	1,81	0,84	0,89
30	2,8	1,67	0,86	0,83
31	-	1,57	-	0,95

Середнє значення сонячної іррадіації приведено в таблиці 2.4.4

Таблиця 2.4.4 – Середнє значення сонячної інсоляції

Місце розташування	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Середнє за рік
Новоолександрівка	1,2	2	2,98	4,05	5,55	5,57	5,7	5,08	3,66	2,27	1,2	0,96	3,36

Щоб дізнатися вироблення ФЕС за рік скористаємося формулою

$$W = E * n * K_w * \eta_m * \eta_{инв} * 365 = 6435,4338 \text{ кВт*год/рік,}$$

Де E – сонячна інсоляція;

n – кількість модулів;

η_m - ККД модулів

$\eta_{инв}$ – ККД інвертора (98%)

На рисунку 2.4.2 зображений графік вироблення енергії від сонячних панелей

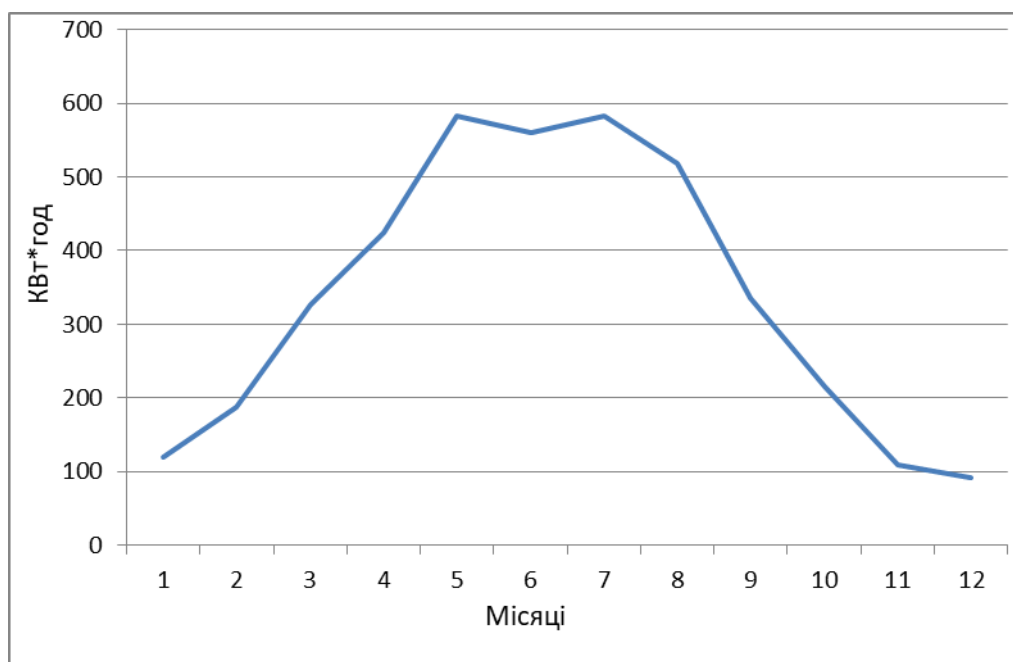


Рисунок 2.4.2 – Графік вироблення електричної енергії

Наступним кроком визначимо дефіцит електроенергії в будинку.

На рисунку 2.4.3 зображено ділянки профіциту/дефіциту енергії. Відзначимо, що найбільша нехватка потужності виникає в опалювальні місяці, коли активність сонячних батарей знижується через погодні умови і зниження інтенсивності сонячної інсоляції.

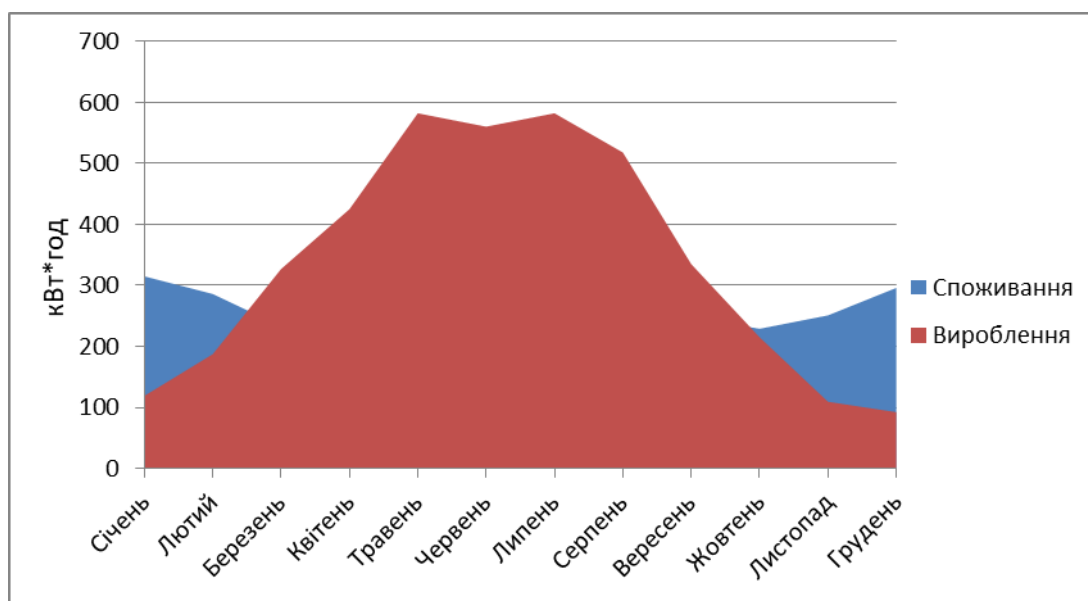


Рисунок 2.4.3 – Графік вироблення/споживання енергії

2.5 Вибір параметрів вітрогенератора для приватного будинку

Для вибору вітрогенератора будемо використовувати попередні дані з вироблення електроенергії від сонячних фотомодулів. Розглянемо нестачу енергії, яка виникає в опалювальний сезон і підберемо ВЕС згідно з цих даних, щоб покрити 100% навантаження жителів протягом усього року. Як видно за попереднім графіком, нестача складає від 130-200 кВт*год в місяць.

Розглянемо вітрогенератори горизонтального типу, марки FLAMINGO AERO 1,6-4,4/400. Паспортні дані якого будуть приведені в таблиці 2.5.1

Таблиця 2.5.1 – Паспортні дані вітрогенератора FLAMINGO AERO 1.6

Найменування	Параметри
Потужність	1,6 кВт
Діаметр ротора	4,4 м
Країна виробник	Україна
Середній виробіток електроенергії	400 кВт*год
Вихідна напруга	48 В
Номінальна частота обертання	230 об/хв.
Висота опори	17 м
Робочий діапазон температур	-30 + 40 °C
Матеріал лопатей	Склопластик
Кількість лопатей	3
Вага	65
Стартова швидкість вітру	2,5 м/с
Номінальна швидкість вітру	7,5 м/с
Максимальна швидкість вітру	50 м/с

Розглянемо швидкість вітру в Дніпропетровській області і визначимо, яка генерація буде від ВЕС. Використаємо дані з джерела Gismeteo [12] та приведемо їх в таблиці 2.5.2

Таблиця 2.5.2 – Середня швидкість вітру

Місяць	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
V, м/с	5,29	5,42	5,67	4,33	4,58	4,8	4,01	4,63	5,03	4,31	5,1	4,32

За допомогою цих даних можемо дізнатися вироблення електроенергії помісячно. Для цього використовуємо паспортну діаграму залежності потужності від швидкості вітру. На рисунку 2.5.1 зображений графік залежності вітрогенератора.

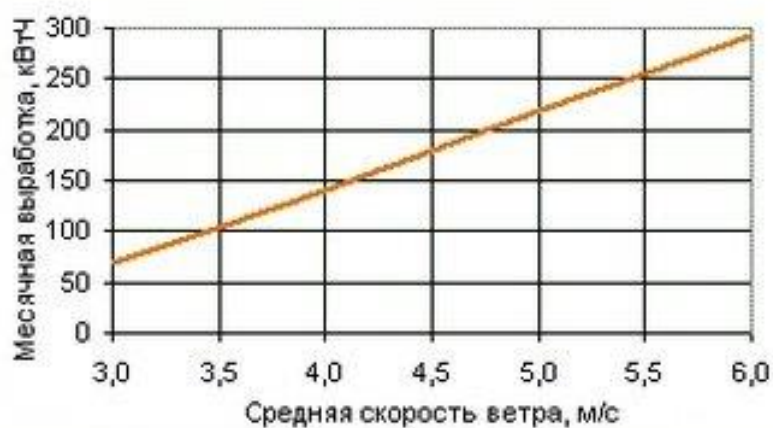


Рисунок 2.5.1 – Генерація ВЕС

Підсумуємо зібрані дані в таблицю 2.5.3 в якій показана генерація вітрової установки.

Таблиця 2.5.3 – Помісячне вироблення енергії від вітрогенератора

Місяць	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
W, кВт*год	235	245	255	160	200	210	140	175	220	155	230	158

2.6 Вибір інверторів

Після розрахунку потужності панелей та вітрогенератора необхідно вибрати інверторне обладнання. Через те, що основним об'єктом у дипломному проекті виступає автономний будинок, будемо використовувати гібридний інвертор тому що існує необхідність використання резервного живлення, яке буде виконане шляхом додавання газового генератора. Типову схему від компанії SMA буде наведено на рисунку 2.6.1.

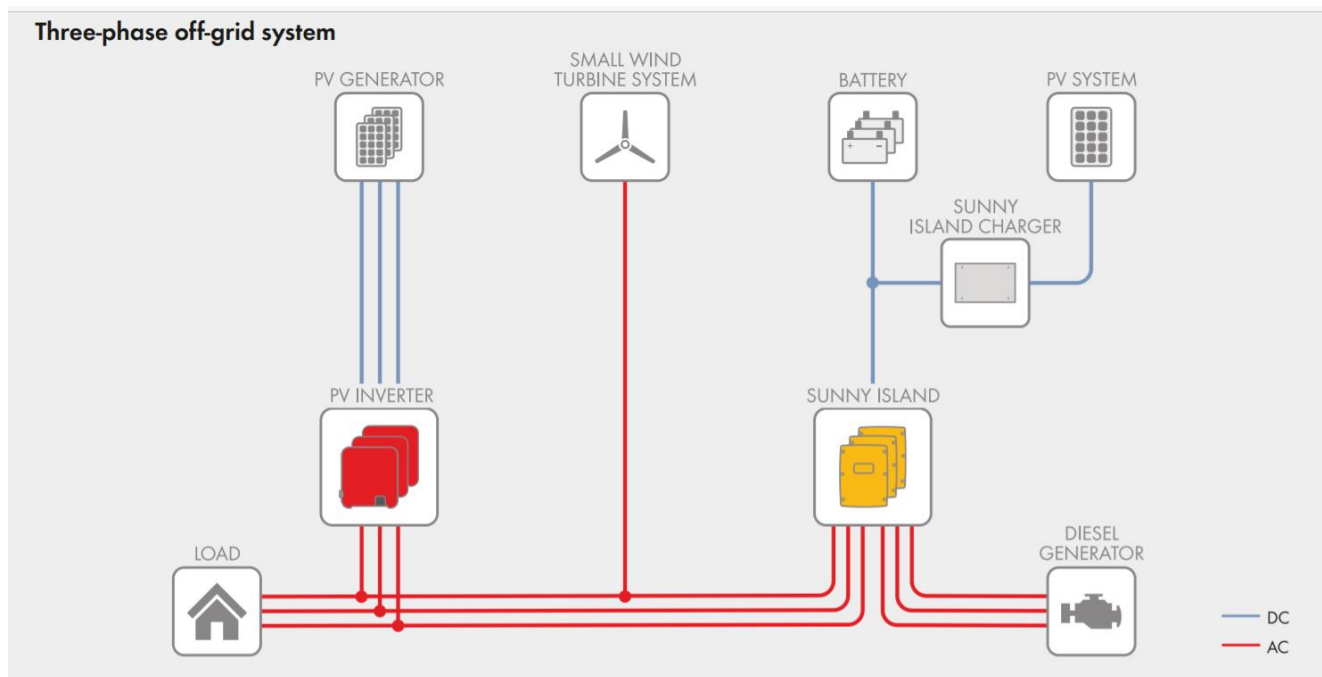


Рисунок 2.6.1 – Типова схема автономного будинку

Основною потужністю в даному варіанті виступає комбінація ВЕС та ФЕС, що буде забезпечувати будівлю електроенергією цілий рік без перебоїв. Проте в проекті буде використовуватись спрощена схема живлення будинку, з 2-ох фазною системою та вітрогенератором з постійним струмом на виході. Дана схема наведена на рисунку 2.6.2

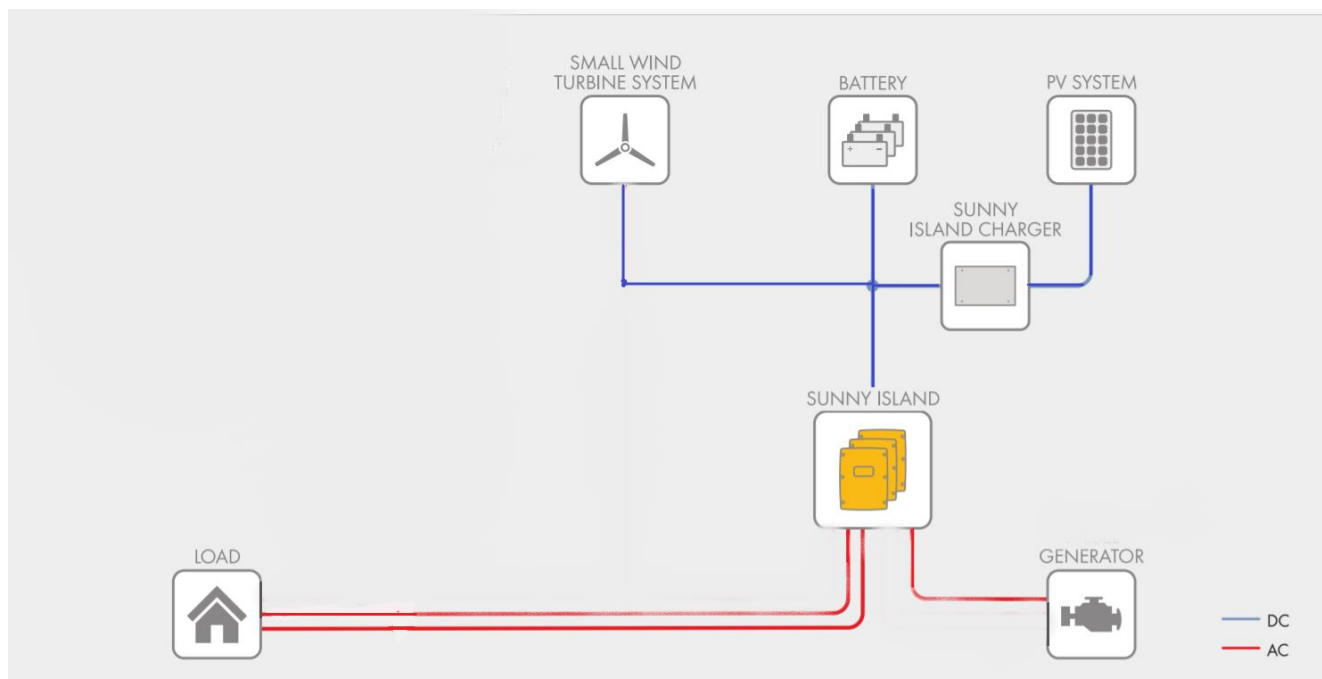


Рисунок 2.6.2 – Спрощена схема живлення будинку

Для вибору інвертора підрахуємо можливу пікову потужність автономної станції.

$$\begin{aligned}
 P_{\text{заг.}} &= P_{\text{ФЕС}} + P_{\text{w.}} = n \cdot P_{\text{STC}} + P_{\text{w.}} = \\
 &= 36 \cdot 330 + 1600 = 13,480 \text{ кВт},
 \end{aligned}$$

де n – кількість сонячних фотомодулів;

P_{STC} – номінальна потужність модулів;

$P_{\text{w.}}$ – номінальна потужність вітрогенератора.

Розглянемо лінійку гібридних інверторів від SMA з назвою Sunny Island. Вони представлені в 3-ох конфігураціях: 4,4/6/8 кВт відповідно. Економічно доцільно

використати 2 інвертори по 8 кВт замість 3 інверторів по 4.4 кВт, тому за основний приймаємо прилад SMA Sunny Island 8.0H. Технічні параметри перетворювального пристрою будуть наведені в ДОДАТКУ Г.

2.7 Визначення параметрів та показників виробництва електроенергії фотоелектричними модулями разом з вітрогенератором

Маючи повну інформацію про вироблення і споживання електричної енергії, можемо підсумувати всі дані. На рисунку 2.7.1 зображений графік покриття навантаження за допомогою ФЕС і ВЕС.

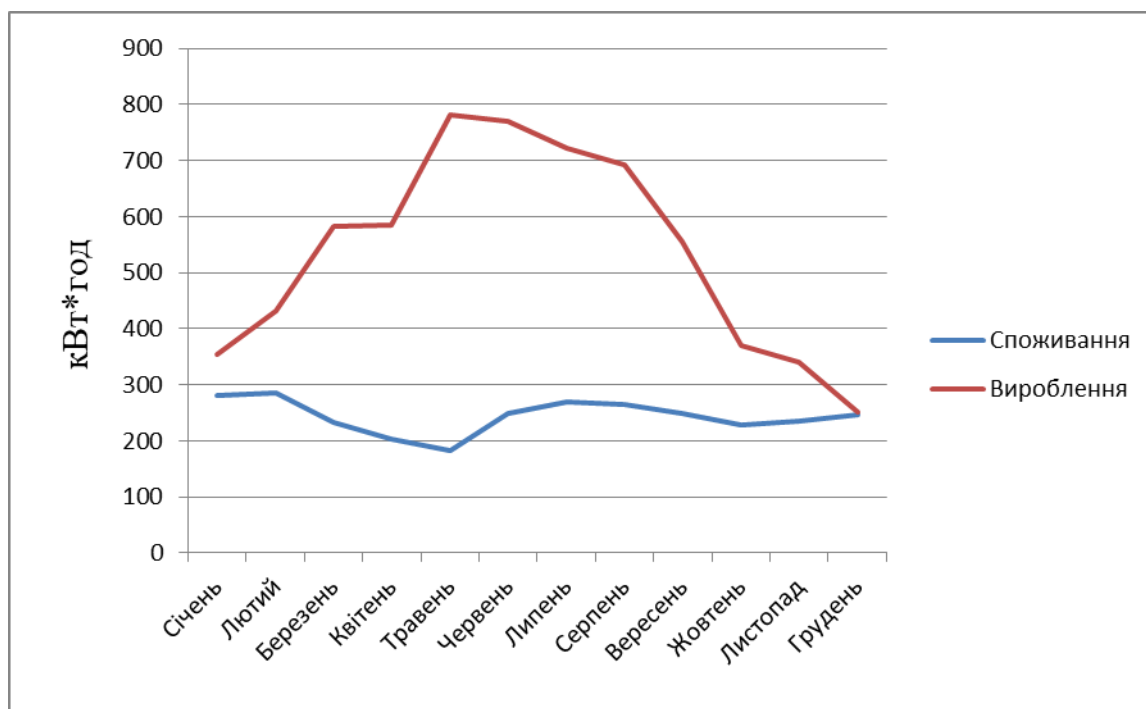


Рисунок 2.7.1 – Графік споживання/вироблення електричної енергії

Можемо зробити висновок, що розрахунок комбінованої системи з фотовольтаїчних модулів та вітрогенератора був виконаний вірно так як навіть в дні найменшої генерації ФЕС, потреби в електроенергії повністю виконуються.

2.8 Вибір системи акумулювання електричної енергії

Ємність акумуляторних батарей розраховується, виходячи з вимоги забезпечення об'єкту електроенергією певний час без її поповнення, плюс мати залишковий запас для запобігання повного розряду.

В Дніпропетровській області в середньому 260 сонячних днів, тобто в середньому 7 не сонячних днів в місяць. Використовуючи цю інформацію, можемо розрахувати необхідну ємність акумуляторних батарей. При економному споживанні електроенергії в 5-7 кВт/день розрахуємо запас енергії:

$$W_{\text{АКБ}} = 7 \cdot 5000 \text{ Вт} = 3500 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Необхідна ємність акумуляторів:

$$C_{\text{АКБ}} = 3500 \text{ Вт} \cdot \text{год} \times 1,2 / 12 \text{ В} = 4200 \text{ А} \cdot \text{год}$$

(20% ємності - залишковий запас для запобігання повного розряду і зменшення періоду експлуатації).

За основні акумулятори приймаємо Ventura VG 12-200, ємністю 200 А*год.

Розрахуємо необхідну кількість накопичувачів:

$$N = C_{\text{акб}} / C_v = 4200 / 200 = 21 \text{ шт.},$$

Де, $C_{\text{акб}}$ – необхідна ємність накопичувачів,

C_v – ємність одного акумулятора.

Якщо керуватися першою цифрою, то вас завжди буде як мінімум достатньо енергії для задоволення потреб, крім надзвичайно тривалих періодів поганої погоди..

2.9 Вибір газового генератора для резервного живлення будинку

Вибрана конфігурація обладнання повинна покривати всі навантаження електричних приймачів, але якщо говорити про повністю автономний будинок, то потрібно завжди мати запас, тому що техніка має властивість виходити з ладу, погана погода на тривалий час, непередбачувані ситуації тощо. Тому резерв просто необхідний в таких проектах. Вибір зроблений у користь газового генератора по декількох причинах:

- 1) Дешевизна палива;
- 2) Тривалість робочого циклу без перерв;
- 3) Стійкість до погодних умов і температурних режимів;
- 4) Можливість використовувати зріджений пропан;
- 5) Автоматичне включення резерву.

Для проекту вибраний газовий генератор марки GENERAC 6520, зображений на рисунку 2.9.1, номінальною потужністю 5,6 кВт.



Рисунок 2.9.1 – Газовий електрогенератор фірми GENERAC

Технічні характеристики генератора приведені у ДОДАТКУ Д

2.10 Розрахунок потреби у гарячому водопостачанні та вибір структури і технічних характеристик сонячних колекторів

Сонячні колектори безперечно найефективніше відновлювальне джерело опалення і підігріву води. Не дивлячись на те, що сонячні колектори не вважають за повноцінний опалювач, все ж можливо використовувати їх, як основне джерело тепла. За сезон, в середньому, домовласники витрачають близько 100 кВт*год/м^2 . Дізнаємось, скільки потрібно тепла для проекту «Автономний будинок OSLO».

$$W_e = S_b * W_{cp} = 100 * 100 = 10000 \text{ кВт},$$

де, S_b – площа будинку.

Виберемо геліоколектор марки СВК-NANO 30-58-1800 з параметрами, які вказані на рисунку 2.10.1.

ХАРАКТЕРИСТИКИ

Тип колектора	Вакуумный
Матеріал внутрішнього теплообмінника	Медь
Товщина ізоляції	45-55 мм
КПД	92 %
Країна-виробник	Украина
Гарантія	12
Вага	100 кг
Розміри	2000x1525x1100 мм
Діаметр внутрішнього теплообмінника	35 мм
Матеріал зовнішнього покриття	Алюминий
Кількість труб	30 шт.
Максимальна потужність	1851 кВт

Рисунок 2.10.1 – Технічні характеристики сонячного колектора

За паспортними даними, один колектор виробляє 500-600 кВт теплової енергії в місяць. Тобто щоб було достатньо опалення нам необхідно знайти загальну кількість колекторів.

$$N=10000/500 = 20 \text{ шт.}$$

Для покриття навантаження опалення + гарячого водопостачання необхідно 20 сонячних колекторів, сумарна площа яких буде складати

$$S=S_1=20*3,05 = 61 \text{ м}^2.,$$

Де S_r – загальна площа колекторів;

S_1 – площа одного сонячного колектора.

Звідси бачимо, що вільного місця на даху достатньо і можемо встановити

потрібну кількість колекторів.

2.11 Оцінка потенціалу використання теплового насосу/кондиціонера з рекуперацією з позицій забезпечення комфортних умов перебування у будинку

В даному проекті доцільно буде доцільно використовувати кондиціонер через декілька особливостей:

- 1) Основне навантаження на опалення і нагрів води покривають сонячні колектори, отже немає сенсу переплачувати за дорогі і енергозатратні теплові насоси;
- 2) Кондиціонер може працювати в двох режимах: обігрів/охолодження, що дозволяє комфортно почуватися в будинку при будь-якій погоді;
- 3) Простота обслуговування і надійний резерв для обігріву будинку у разі якщо сонячні колектори вийдуть з ладу.

Розглянемо кондиціонер марки

. До уваги був прийнятий цей пристрій з декількох причин:

- 1) Широкий температурний діапазон роботи ($-25+50\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- 2) Економічність споживання енергії (2.89 кВт в пік)
- 3) Площа обігріву до 100 м^2 .

На рисунку 2.11.1 зображений кондиціонер Midea



Рисунок 2.11.1 – Кондиціонер Midea

3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

3 РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОНОМНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ

Вступ

В даній дипломній роботі досліджений потенціал різних видів відновлюваних джерел енергії, зокрема, сонячні панелі на основі полікристалічного кремнію та вітрогенератори з горизонтальною віссю обертання, з метою визначення їх достатності та подальшої можливості використання в електро та теплозабезпеченні потреб власників автономного будинку. В результаті дослідження доведено достатність енергетичного потенціалу ВДЕ і запропонована комбінована система для електропостачання та опалення будинку.

В даному розділі був виконаний розрахунок техніко-економічних показників і показників ефективності з метою обґрунтування економічної доцільності їх застосування.

3.1 Розрахунок капітальних інвестицій

Капітальні інвестиції для реалізації проектного технічного рішення включають:

- витрати на придбання обладнання, техніки, технології,
- технічних засобів контролю і обліку, пристроїв діагностики
- стану обладнання;
- витрати на будівельно-монтажні роботи;
- витрати на монтаж-налагоджувальні роботи;
- Інші витрати. При визначенні величини проектних капіталовкладень

можна скористатися формулою:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{об}}(\sum_{i=1}^k C_i) + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{мн}} + Z_{\text{мн}} + Z_{\text{мн}}, \quad (2.11.1)$$

Где, $K_{об} \left(\sum_{i=1}^k C_i \right)$ – витрати на придбання обладнання, техніки, технології, технічних засобів контролю і обліку, пристроїв діагностики стану обладнання, сумарна вартість комплектуючих і-го виду, необхідних для реалізації прийнятого технічного рішення, грн .;

$Z_{тзр}$ – транспортно-заготівельні витрати, $Z_{тзр} = 0,05 \cdot K_{об}$, грн;

Z_m – витрати на монтаж-налагоджувальні роботи, $Z_m = 0,1 \cdot K_{об}$, грн .;

$Z_{дем}$ – витрати на демонтаж застарілого обладнання, грн .;

$Z_{пр}$ – інші витрати, $Z_{пр} = 0,3 \cdot Z_m$, грн.

Вартість обладнання та комплектуючих взята на підставі прайс-лист оптових цін на електрообладнання підприємства «Бигл», Інтернет адреса: <https://bigl.ua/p759059314-ibp-leoton-ht903> станом на 15.06.2020р. Витрати на придбання, монтаж і налагодження обладнання наведені в табл. 2.11.1.

Таблиця 2.11.1 – Капітальні вкладення тех. устаткування та комплектуючих

№ п/п	Найменування	Кіл-сть, шт	Ціна, тис.грн	Сумарна вартість, тис. грн	Монтаж, наладка (10%), тис. грн	Транспорт. Затрати, (5%), тис. грн	Інші витрати, тис. грн (30%)	Всього
1	Сонячні панелі JA Solar JAP72S01-330	36	3,42	123,12	8,6	6,2	36,9	174,7
2	Гібридний інвертор SMA Sunny Island-8h	2	120	240	24	12	72	348
3	Газовий генератор Generac 6520	1	120	120	12	6	36	174

кінець таблиці 2.11.1

4	Акумуляторні батареї Ventura VG12-200	21	11,4	240,4	24,0 4	12,02	72,12	348,58
5	Вітрогенератор Flamingo Aero 1.6-4.4/400	1	113	113	11,3	5,65	33,9	165,85
ВСЬОГО								1211,13

Таким чином, капітальні інвестиції, необхідні для функціонування системи автономного будинку складуть:

1211,13 тис. грн.

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

До основних статей експлуатаційних витрат по електротехнічного устаткування відносяться:

- Амортизаційні відрахування (C_a).
- Заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_z).
- Єдиний соціальний внесок (C_c).
- Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання і мереж ($C_{пр}$).
- Вартість витрат електроенергії (C_e).
- Інші витрати ($C_{др}$).

Таким чином річні експлуатаційні витрати по об'єкту проектування складають:

$$З = C_a + C_z + C_c + C_{пр} + C_e + C_{др} \quad (2.11.2)$$

3.3 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизаційні відрахування - відрахування частини вартості основних фондів для відшкодування їх зносу.

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи і часу його використання. Час корисного використання об'єкта основних засобів нараховується виходячи з часу його корисного використання. Термін корисного використання об'єктів основних засобів і нематеріальних активів 5 років, виходячи з очікуваних економічних вигод, технічних і якісних характеристик основного засобу, морального і фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання. Строк корисного використання впроваджуваного обладнання становить 12 років.

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом всього амортизаційного періоду і дорівнює:

$$H_a = \frac{\Phi_{\Pi}}{\Phi_{\Pi} \cdot T_{\Pi}} \cdot 100, \% \quad (2.11.3)$$

де,

T_{Π} – термін корисного використання (амортизаційний період), р.;

Φ_{Π} – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних коштів, тис.грн

Норма амортизації для першого варіанту:

$$H_a = 1211,13 / (1211,13 \cdot 12) \cdot 100\% = 8,33\% ,$$

Тоді річні амортизаційні відрахування АВ при прямолінійному методі:

$$AB = \frac{H_a \cdot \Phi}{100} \quad ; \quad (2.11.4)$$

Річні амортизаційні відрахування складатимуть:

$$C_a = (8.33 * 1211,13) / 100 = 100,97 \text{ тис.грн};$$

Для порівняння, розрахунки зводимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.1 – Амортизаційні відрахування

№	Найменування	Капітальні вкладення, тис. грн	Норма амортизації, %	Амортизаційні відрахування, тис. грн
1	Електрична система	1211,13	8,33	100,97

3.4 Розрахунок річного фонду заробітної плати

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним працівникам.

Розрахунок заробітної плати не виконується, так як для приватного будинку профілактичні та інші види робіт для підтримки всіх систем енергозабезпечення проводяться не менше одного разу на 12 місяців ремонтними підрядними бригадами для

3.5 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

Фірма, яка виробляють аналогічне обладнання пропонують гарантійне обслуговування в розмірі 200 грн на сонячну батарею і прикладне обладнання. Для вітрогенератора річне обслуговування складає 10 тис. грн.

Для фотоелектричної станції сума за 36 панелей становить 7,2 тис. грн.

Так само приймемо витрати в розмірі 50 грн в місяць для обслуговуючого персоналу для перевірки працездатності пристрою і протирання сонячних панелей від пилу.

Разом:

$$C_{т(1)} = 10 + 7,2 + 50 \cdot 12 = 7,8 \text{ тис.грн/рік}$$

Таким чином річні експлуатаційні витрати по об'єктах проектування складуть відповідно:

$$C_1 = C_a + C_p = 100,97 + 7,8 = 118,77 \text{ тис. грн};$$

Висновок

В результаті виконання техніко-економічного аналізу був зроблений розрахунок вартості впроваджуваних проектів, які склали 1211,13 тис. грн. комбінації системи з полікристалічного кремнію та вітроустановки, а експлуатаційні затрати становлять 118,77 тис. грн.

4 Охорона праці

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників проектного технологічного процесу, об'єкту, системи або пристрою

Основний об'єкт, який розглядається у дипломному проекті – житловий будинок, звідси слідує, що потенціальну небезпеку для жителів становить електрообладнання, механічні та газові системи. Тому необхідно вжити заходів задля запобіганню нещасних випадків та попередження травматизму. З розглянутого переліку небезпечних і шкідливих чинників в ГОСТ 12.0.003-74, відокремимо ті, які безпосередньо зустрічаються у даному проекті. Засоби запобігання цих проблем будуть розглянуті в наступному розділі. ,

1) Вітрогенератор – має в конструкції механічні поворотні та обертальні частини, небезпечну напругу на вході генератора (220 В) та на виході задля безпеки виробник надав перевагу напрузі 48 В.

2) Газове обладнання – в даному випадку включає в себе газовий генератор в закритому кожусі і підземний резервуар для зберігання палива.

3) Електричне обладнання – небезпечне при невмілому користуванні і знехтуванні правил безпечної експлуатації. Щоб уникнути нещасних випадків були проведені заходи з установки захисних пристроїв,

4) Акумуляторні батареї - носять в собі хімічну небезпеку для споживачів, тому що раніше виготовлялися тільки кислотно-свинцеві накопичувачі. Але завдяки технологіям та розробкам, які роблять наше життя безпечніше, в проекті використовуємо гелеві акумулятори, які не мають в собі шкідливих речовин і не загрожують життю людини.

5) Освітлення – важливий фактор для будь-якого приміщення: жилого, промислового чи розважального. Так як були проведені перерахунки споживаної потужності автономного будинку, необхідно було замінити освітлення для економії та безпеки і комфорту жителів. Тому потрібно детально розрахувати і підібрати освітлювальні прибори під кожний тип кімнат.

4.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці

Для безпечного проживання в будинку потрібно вжити наступні заходи щоб уникнути нещасних випадків:

- 1) Встановлення захисних автоматичних вимикачів, ПЗВ
(пристроїв захисного відключення) та реле напруги;
- 2) Встановлення підземного резервуара для газової установки;
- 3) Встановлення заземлюючих пристроїв;
- 4) Заміна освітлення на світлодіодні лампи за нормами відповідно до ДБН В.2.5-28-2006;
- 5) Встановлення розширювальних баків та стравлюючих клапанів для сонячних колекторів;
- 6) Всі розділи виконуються з витримування норм ПУЕ та ДБН.

В розділі 2.12.4 розглянемо заміну звичайних ламп накаливання на світлодіодні, що дозволить підвищити показники освітлюваності та безпеки в приміщенні.

4.3 Пожежна профілактика

Для пожежної профілактики необхідно провести ряд заходів, щоб запобігти спалаху вогню. Розглянемо основні фактори пожежної небезпеки, які можуть виникнути у даному проекті.

Стіни з SIP – панелей. Вони розроблені з легкозаймистих матеріалів, які несуть небезпеку для жителів. Для запобігання пожежі необхідно обробити стіни спеціальною сумішшю, яка підвищить вогнетривкість стін;

Електрична проводка та комутаційна апаратура дуже часто стає причиною пожежі. Частіше всього такі проблеми виникають при неправильному

розрахунку захисних пристроїв та перерізу кабельних ліній. Для запобігання цього необхідно використовувати тільки перевірені і якісні матеріали.

Для захисту будинку рекомендується використовувати вогнегасники, щоб у разі пожежі оперативно її загасити. Розглянемо які бувають типи вогнегасників і сфера їх застосування

Сфера використання вогнегасника визначається властивостями вогнегасильної речовини, що в ньому міститься.

Пінні вогнегасники використовують для гасіння тліючих матеріалів, горючих рідин. Однак, їх не можна застосовувати для гасіння устаткування, що знаходиться під напругою, для гасіння сильно нагрітих або розплавлених речовин, а також речовин, які вступають з водою в хімічну реакцію, що супроводжується інтенсивним виділенням тепла і розбризкуванням горючої суміші. Також пінні вогнегасники не підходять для гасіння речовин, горіння яких проходить без доступу повітря (бавовна, піроксилін і тому подібне), горючих металів (натрій, магній). Ще один недолік пінних вогнегасників — робочі температури від $+5^{\circ}\text{C}$ до $+50^{\circ}\text{C}$.

Порошкові вогнегасники використовуються для гасіння практично всіх видів пожеж, в тому числі і електроустаткування під напругою. Температурний діапазон досить широкий і може сягати від -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Однак і ці вогнегасники мають недолік — забруднення порошком об'єкта, який гасимо, та запилення території навколо нього.

Вуглекислотні вогнегасники гасять загорання за рахунок значного охолодження зони горіння струминою вуглекислоти CO_2 , яка, випаровуючись, перетворюється на вуглекислий газ (а він, як відомо, не підтримує горіння). До недоліків вуглекислотних вогнегасників можна віднести можливість обмороження вуглекислотою при необережному їх використанні. Переваг же у цих вогнегасників більш ніж достатньо. Зокрема, ними можна гасити електрообладнання під напругою. Суттєвим «плюсом» є відсутність слідів вогнегасильної речовини. Також вуглекислотний вогнегасник дає можливість

усунути загорання у важкодоступних місцях, куди доступ піни або порошку може бути проблематичним.

4.4 Розрахунок освітлення

Для розрахунку освітлення потрібно вибрати методику, яка найбільше підходить для даної будівлі, тому будемо виконувати розрахунок за питомою потужністю приміщення. В таблиці 2.12.4.1 представлені норми освітлення для приміщень.

Таблиця 4.4.1 – норми освітлення приміщень

№	Приміщення	Норми освітлення, Лк	Площа, м ²
1	Коридор	50	10,23
2	Зала	150	31,97
3	Спальня	150	12,46
4	Санвузол	50	5,25
5	Тех. приміщення	300	6,97
6	Спальня 2	150	11,29
7	Тераса	50	17,09
Сумарна площа будинку :			107,1

Примітка: За основний освітлювальний пристрій приймаємо лампу Philips ESS LED 11 W, крім коридору, там використовуємо аналог даної лампи на 6 Вт.

Враховуємо, що при освітленні діодними лампами питома потужність (Вт/кв.м) може бути зменшена до і складає 2.5 Вт/м². Питома потужність для потрібного рівня освітленості знаходиться за формулою:

$$P_{уд}^{тр} = P_{уд} \cdot \frac{E}{100}, \text{ Вт ,}$$

де E – необхідна потужність, лк.

Визначається загальна потужність необхідних ламп:

$$P_{\text{тр}} = P_{\text{уд}}^{\text{тр}} \times F, \text{ Вт} \cdot \text{м}^2,$$

де F - площа приміщення.

Визначається кількість ламп, необхідні для освітлення приміщення.

$$N = \frac{P_{\text{тр}}}{P_{\text{lamp}}}, \text{ шт.},$$

де P_{lamp} – потужність світлодіодних ламп.

В таблиці 2.12.4.2 наведені необхідна кількість ламп та сила світлового потоку

Таблиця 4.4.2 – кількість ламп і світловий потік

№	Приміщення	Кількість ламп	Світловий потік, Лм (норма/результат)
1	Зала	11	4800/12650
2	Коридор	3	515/2400
3	Тех.приміщення	6	1875/6900
4	Тераса	3	880/3450
5	Спальня	5	1875/5750
6	Спальня 2	3	1700/3450
7	Санвузол	1	270/1150
Сумарна кількість ламп: 32			
Сумарна потужність: $(29 \cdot 11) + (3 \cdot 6) = 337$ Вт			

Можемо зробити висновок, що розрахунок освітлення був виконаний вірно, так як світловий потік перевищує нормативні значення і вибраного освітлення буде достатньо. Це дозволить безпечно користуватися електрообладнанням, проводити планове обслуговування та користуватися всіма перевагами автономного будин

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі був виконаний розрахунок автономного будинку на базі типового проекту «Oslo». Під час виконання були розглянуті різні комбінації ВДЕ для забезпечення безперебійного електричного та теплового живлення будинку.

Розроблені заходи з охорони праці дозволять запобігти травматизму і виключити нещасні випадки при експлуатації електротехнічного та теплового обладнання. Також розглянуті питання пожежної безпеки, які включають в себе заходи, що допоможуть запобігти розповсюдженню пожежі.

В економічній частині проекту виконаний розрахунок капітальних інвестицій та експлуатаційні витрати

Застосування комбінації ФЕС та ВЕС дозволить значно скоротити експлуатаційні витрати, а капітальні витрати при цьому складають 1,21 млн. грн., тобто розроблений проект є доцільним для впровадження в масове споживання .

В результаті проектування розроблена автономна система, яка робить будинок відповідним до всіх європейських норм і стандартів з енергоефективності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Правила улаштування електроустановок: [арх. 15 березня 2020] / Міненерговугілля України. — Київ: [б. в.], 2017. — 617 с.
2. ДБН – Державні Будівельні Норми / ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» - Київ, 2019. – 136 с.
3. Альтернативная энергетика. Солнечные системы теплоснабжения: монография /А. В. Дорошенко, М. А. Глауберман. – Одесса: ОНУ, 2012. – 446 с.
4. Атмосфера [Електронний ресурс] – Режим доступа: <https://www.atmosfera.ua/stati-geliosistemy/solar-insulation-ukraine/>
5. Google Trends [Електронний ресурс] – Режим доступа:
6. ГОСТ 12.0.003-74 / Державний комітет СРСР зі стандартів: Москва, 1976. – 5 с. :
7. Сайт «Gismeteo» [Електронний ресурс] – Режим доступа: <https://www.gismeteo.ru/>
8. Компанія «Тесла» [Електронний ресурс]. Режим доступа: <https://www.tesla.com/>.
9. Energetika. [Електронний ресурс]. Режим доступа : <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-3/section-5>.
10. Проектирование солнечных батарей [Електронний ресурс ресурс]. Режим доступа: http://slavapril.narod.ru/proektirovanie_solnechnoi_batarei.html.
11. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломної роботи для студентів галузі знань 0507 «Електротехніка та електромеханіка» / Укладачі: Л.В. Тимошенко, І.В. Шереметьєва - Дніпропетровськ: НГУ, 2015. - 15 с.
12. Сайт «NASA» [Електронний ресурс] . – Режим доступа: <https://www.nasa.gov/>.
13. Голінько В.І., Фрундін В.Ю., Чеберячко Ю.І., Іконікова М.Ю. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломних проектах

(роботах) балалаврів інституту електроенергетики. – Д.: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2012. – 8с.

14. Голінько В.І., Фрундін В.Ю., Лебедев Я.Я., Колесник В.Є. Методичні вказівки з виконання розрахунків частини розділу «Охорона праці» в дипломних проектах студентів інституту електроенергетики. Частина I – Д.: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2004. – 34с
- 15..В. А. Андреев, В. А. Грилихес, В. Д. Румянцев, Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения, Наука, 1989. – 310с.

ДОДАТОК А

		Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1					
2			Документація		
3					
4	A4	СЕП.ПД.20.04.ПЗ	Пояснювальна записка	65	
5					
6			Графічні матеріали	2	
7					
8	A1	ЕЕ.ПД.20.04.01.ГЧ		1	
9	A1	ЕЕ.ПД.20.04.02. ГЧ		1	
10					
11					
12					

ДОДАТОК Б

Відгук керівника

ДОДАТОК Г

JA SOLAR

JAP72S01

310-330 1000V Cypress Series

MULTICRYSTALLINE SILICON SOLAR MODULE



JA Solar Holdings Co., Ltd.

JA Solar Holdings Co., Ltd. is a world leading manufacturer of high-performance solar power products that convert sunlight into electricity for residential, commercial and utility-scale power generation. The company was founded in May 2005 and publicly listed on NASDAQ in February 2007. JA Solar has been the world's leading cell producer since 2010, and has firmly established itself as a tier 1 module supplier since 2012. Capitalizing on our strength in solar cell technology, we are committed to provide modules with unparalleled conversion efficiency, yield efficiency, and reliability to enable you to maximize your returns on PV projects. With its leading industry experience, continuous effort on R&D, customer-oriented service and solid financial status, JA Solar is your best choice of long-term trustworthy partner.

Add: Building No.8, Nuode Center, Automobile Museum East Road, Fengtai District, Beijing, China

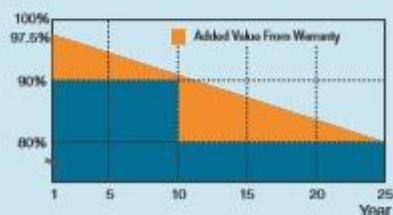
Tel: +86 (10) 63611888

Fax: +86 (10) 63611999

Email: sales@jasolar.com market@jasolar.com

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty



Key Features



5BB design reduces cell series resistance and stress between cell interconnectors improves module reliability and conversion efficiency



High output, 16.99% highest conversion efficiency



Certified with 1000V DC IEC standard



Anti-soiling surface reduces power loss from dirt and dust



Outstanding performance in low-light irradiance environments



Excellent mechanical load resistance: Certified to withstand high wind loads (2400Pa) and heavy snow loads (5400Pa)



Strong salt and ammonia resistance certified by TÜV NORD

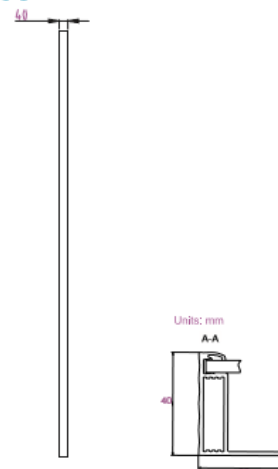
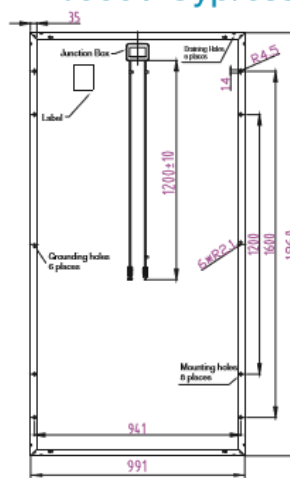
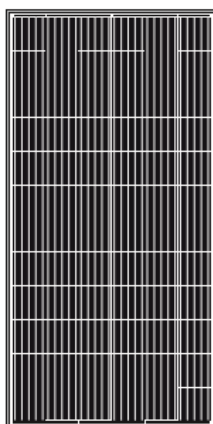
JAP72S01

310-330/SC

JA SOLAR

1000V Cypress Series

MECHANICAL DIAGRAM



Units: mm

SPECIFICATIONS

Cell	Poly 156.75x156.75mm
Weight	22.5kg±3%
Dimensions	1960x991x40mm
Cable Cross Section Size	4mm ²
No. of Cells	72 (6x12)
Junction Box	IP67, 3 diodes
Connector	MC4 Compatible
Packaging Configuration	27 Per Pallet

OPERATING CONDITIONS

Maximum System Voltage	1000V DC (IEC)
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Maximum Series Fuse	20A
Maximum Static Load, Front Maximum Static Load, Back	5400Pa 2400Pa
NOCT	45±2°C
Application Class	Class A

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

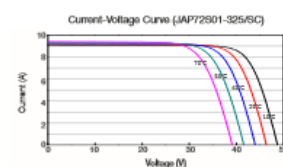
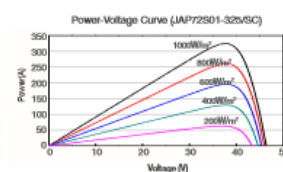
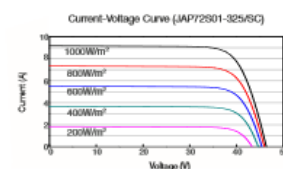
TYPE	JAP72S01 ~310/SC	JAP72S01 ~315/SC	JAP72S01 ~320/SC	JAP72S01 ~325/SC	JAP72S01 ~330/SC
Rated Maximum Power (P _{max}) [W]	310	315	320	325	330
Open Circuit Voltage (V _{oc}) [V]	45.56	45.85	46.12	46.38	46.40
Maximum Power Voltage (V _{mp}) [V]	36.89	37.09	37.28	37.39	37.65
Short Circuit Current (I _{sc}) [A]	8.92	9.01	9.09	9.17	9.28
Maximum Power Current (I _{mp}) [A]	8.40	8.49	8.58	8.69	8.77
Module Efficiency [%]	15.96	16.22	16.47	16.73	16.99
Power Tolerance	-0~+5W				
Temperature Coefficient of I _{sc} (α _{Isc})	+0.058%/°C				
Temperature Coefficient of V _{oc} (β _{Voc})	-0.330%/°C				
Temperature Coefficient of P _{max} (γ _{Pmp})	-0.410%/°C				
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G				

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

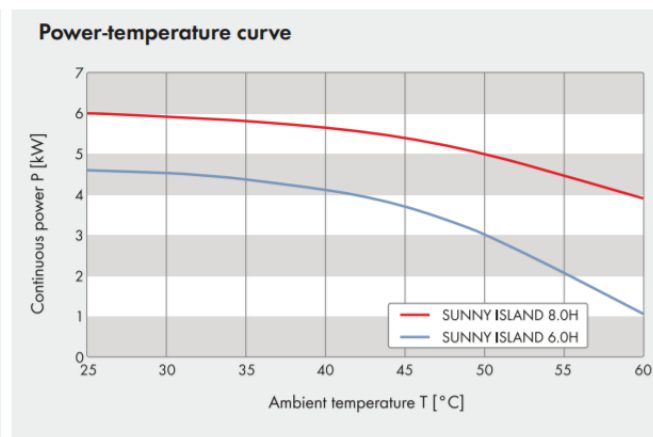
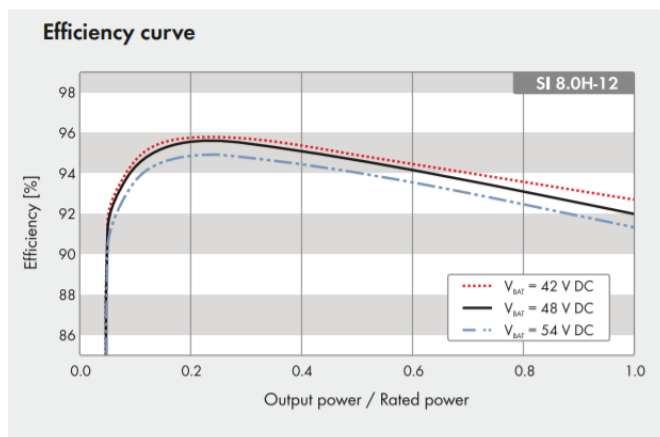
TYPE	JAP72S01 ~310/SC	JAP72S01 ~315/SC	JAP72S01 ~320/SC	JAP72S01 ~325/SC	JAP72S01 ~330/SC
Max Power (P _{max}) [W]	229	233	237	241	244
Open Circuit Voltage (V _{oc}) [V]	42.63	42.84	43.04	43.24	43.41
Max Power Voltage (V _{mp}) [V]	34.32	34.45	34.64	34.82	35.03
Short Circuit Current (I _{sc}) [A]	7.18	7.23	7.29	7.35	7.40
Max Power Current (I _{mp}) [A]	6.68	6.77	6.84	6.91	6.97

NOCT Irradiance 800W/m², ambient temperature 20°C,
wind speed 1m/s, AM 1.5G

CHARACTERISTICS



ДОДАТОК Г

**General Data**

Dimensions (W / H / D)	467 mm / 612 mm / 242 mm (18.4 inches / 21.1 inches / 9.5 inches)		
Weight	44 kg (97 lbs)	63 kg (138.9 lbs)	63 kg (138.9 lbs)
Operating temperature range	-25°C to +60°C (-13°F to +140°F)		
Protection class in accordance with IEC 62103	I		
Climatic category as per IEC 60721	3K6		
Degree of protection according to IEC 60529	IP54		

Features/function

WLAN, Speedwire / Webconnect / SI-SYSCAN (Multiclustar)	● / ● / -	● / ● / ○	● / ● / ○
Micro SD memory card for extended data logging		○	
Display via smartphone, tablet, laptop / multifunction relay		● / 2	
Three-phase systems (including rotating magnetic field) / battery-backup function		● / ●	
State of charge calculation / full charge / equalization charge		● / ● / ●	
Battery temperature sensor / data cables		○ / ●	
Certificates and approvals		www.SMA-Solar.com	
Cover color yellow / aluminum white		○ / ○	
Warranty 5/10 years		● / ● ³⁾	
For off-grid applications			
Automatic rotating magnetic field detection / generator support		● / ●	
Parallel connection / Multiclustar	- / -	● / ●	● / ●
Integrated soft start		●	

Accessory

For off-grid applications			
Battery fuse ²⁾		○	
Sunny Island Charger SIC50-MPT ²⁾ / SMA Cluster Controller		○ / ○	
For on-grid applications			
Sunny Home Manager / SMA Energy Meter / automatic transfer switch for battery backup ²⁾		○ / ○ / ○	
● Standard feature ○ Optional feature - Not available 1) see "List of Approved Batteries" at www.SMA-Solar.com 2) Procurement via external supplier 3) with registration via the information sheet provided			

Technical Data	Sunny Island 4.4M	Sunny Island 6.0H	Sunny Island 8.0H
Operation on the utility grid or generator			
Rated grid voltage / AC voltage range	230 V / 172.5 V to 264.5 V		
Rated grid frequency / permitted frequency range	50 Hz / 40 Hz to 70 Hz		
Maximum AC current for increased self-consumption (grid operation)	14.5 A	20 A	26 A
Maximum AC power for increased self-consumption (grid operation)	3.3 kVA	4.6 kVA	6 kVA
Maximum AC input current	50 A	50 A	50 A
Maximum AC input power	11500 W	11500 W	11500 W
Stand-alone or emergency power operation			
Rated grid voltage / AC voltage range	230 V / 202 V to 253 V		
Rated frequency / frequency range (adjustable)	50 Hz / 45 Hz to 65 Hz		
Rated power (at Unom, fnom / 25 °C / cos φ = 1)	3300 W	4600 W	6000 W
AC power at 25 °C for 30 min / 5 min / 3 sec	4400 W / 4600 W / 5500 W	6000 W / 6800 W / 11000 W	8000 W / 9100 W / 11000 W
AC power at 45 °C continuously	3000 W	3700 W	5430 W
Rated current / maximum output current (peak)	14.5 A / 60 A	20 A / 120 A	26 A / 120 A
Total harmonic distortion output voltage / power factor at rated power	< 5% / -1 to +1	< 1.5% / -1 to +1	< 1.5% / -1 to +1
Battery DC input			
Rated input voltage / DC voltage range	48 V / 41 V to 63 V	48 V / 41 V to 63 V	48 V / 41 V to 63 V
Maximum battery charging current / rated DC charging current / DC discharging current	75 A / 63 A / 75 A	110 A / 90 A / 103 A	140 A / 115 A / 130 A
Battery type / battery capacity (range)	Li-Ion ¹⁾ , FLA, VRLA / 100 Ah to 10000 Ah (lead-acid) 50 Ah to 10000 Ah (li-Ion)		
Charge control	IUoU charge procedure with automatic full charge and equalization charge		
Efficiency / self-consumption of the device			
Maximum efficiency	95.5%	95.8%	95.8%
No-load consumption / standby	18 W / 6.8 W	25.8 W / 6.5 W	25.8 W / 6.5 W

ДОДАТОК Д

GENERAC®**Система PowerPact™ — 5,6 кВА****технические характеристики****Генератор**

Модель	006520-0
Максимальная номинальная продолжительная мощность (жидкий пропан)	5600 BA
Максимальная номинальная продолжительная мощность (природный газ)	5000 BA
Номинальное напряжение	220
Номинальный максимальный постоянный ток нагрузки — 220 В	25,5/22,7
Главный выключатель	32 A
Фаза	1
Число полюсов ротора	2
Номинальная частота переменного тока	50 Гц
Коэффициент мощности	1,0
Требования к аккумулятору (не входит в комплектацию)	Группа U1, 12 В и 300 CCA (минимум)
Вес устройства (кг/фунты)	150/330
Размеры (Д x Ш x В), мм/дюймы	915 x 676 x 640/36 x 27 x 25
Выход звука в дБ(А) на расстоянии 7 м (23 фута) при нормальной рабочей нагрузке генератора**	67

Двигатель

Тип двигателя	GENERAC OHV
Количество цилиндров	1
Объем	420 куб. см
Блок цилиндров	Алюминий с чугунным рукавом
Расположение клапанов	Верхний клапан
Система зажигания	Полупроводниковая с магнето
Система регулятора	Механическая
Стартер	12 В пост. тока
Запас масла	Прибл. 1,1 л/1,2 кварты
Рабочие обороты	3000
Потребление топлива	
Природный газ	м³/ч (фут³/ч)
1/2 нагрузки	(2,29) [81]
Полная нагрузка	(3,42) [120]
Жидкий пропан	л/ч (галл/ч) [фут³/ч]
1/2 нагрузки	2,54 (0,67) [24,4]
Полная нагрузка	4,32 (1,14) [41,5]

Примечание. Размер топливной трубы должен быть рассчитан на полную нагрузку. Необходимое давление топлива, подаваемого на впуск топлива генератора при всех диапазонах нагрузки, составляет 6–13 мм. рт. ст. (5–7 дюймов вод. ст.) для природного газа и 19–22 мм. рт. ст. (10–12 дюймов вод. ст.) для жидкого пропана. Для вычисления теплотворной способности топлива необходимо умножить значение фут³/ч на 2500 (жидкий пропан) или значение фут³/ч на 1000 (природный газ). Для вычисления в мегаджоулях умножить м³/ч x 93,15 (жидкий пропан) или м³/ч x 37,26 (природный газ).

Управление

Светодиодные индикаторы	Простой пользовательский интерфейс для легкости эксплуатации.
Переключатель режимов	Автоматический запуск при сбое сети. 7-дневный тестер.
Выкл.	Выключает устройство. Питание не подается. Управление и зарядное устройство продолжают работать.
Ручной/тест (запуск)	Запуск с помощью системы управления стартером, устройство включено. При сбое сети происходит переключение на нагрузку.
Последовательность запуска двигателя	Циклический запуск: двигатель прокручивается максимум пять раз с заводскими интервалами и продолжительностью.
Прогрев двигателя	30 с
Охлаждение двигателя	1 мин
Блокировка стартера	Стартер перезапускается только через 5 с после остановки двигателя
Зарядное устройство для аккумулятора 2,5 А	Стандартный
Автоматический регулятор напряжения	Стандартный
Автоматическое отключение при низком уровне масла	Стандартное
Выключение при чрезмерном ускорении	Стандартное
Выключение при недостаточном ускорении	Стандартное
Выключение при высокой температуре	Стандартное
Защита от превышения времени запуска	Стандартное
С предохранителями	Стандартное
Обнаружение ошибки проводки	Стандартное
Предупреждение о неполадке аккумулятора	Стандартное
Предупреждение о неполадке зарядного устройства	Стандартное
Отключение при потере сигнала датчика оборотов	Стандартное
Индикаторы технического обслуживания (указывают на необходимость внепланового и планового технического обслуживания)	Стандартные

**Уровень шума измеряется на передней части генератора. Уровень шума при замерах на других сторонах генератора может быть выше в зависимости от параметров установки. Определение номинала — резервный. Используется для экстренного энергоснабжения на период отказа сети. Перегрузочная способность для этой характеристики отсутствует. (Все характеристики соответствуют стандартам BS5514, ISO3046 и DIN6271.) * Максимальные мощность и ток зависят и ограничены такими факторами как теплотворная способность топлива в мегаджоулях, окружающая температура, высота над уровнем моря, мощность и состояние двигателя и др. Максимальная мощность понижается примерно на 3,5 процента с подъемом над уровнем моря на каждые 304,8 м (1000 футов), а также понижается на 1 процент на каждые 6 °C (10 °F) выше 16 °C (60 °F).

5,6 кВ·А

3 из 4